Projecto de Cooperação Bilateral entre Cabo-Verde e os Paises Baixos "Energias Renováveis"

Relatório final - 2ª fase
1981 - 1984

Consultancy Services
Wind Energy
Developing Countries

Divisao de Energias Renováveis
Ministério do Desenvolvimento
Rural

BEST AVAILABLE COPY

Projecto de Cooperação Bilateral entre Cabo-Verde e os Paises Baixos "Energias Renováveis"

Relatório final - 2ª fase
1981 - 1984

Relatório XXV

Daniel Rodriques Livramento
David António Cardoso
Filomeno Ferreira Silva
Niko Pieterse
Kees Versteegh

Julho 1984

Consultancy Services
Wind Energy
Developing Countries

Divisao de Energias Renováveis
Ministério do Desenvolvimento
Rural

BEST AVAILABLE COPY

ÍNDICE PÁGINA

	PREFÁCIO	4
	SUMÁRIO	6
1.	INTRODUÇÃO	10
2.	EXPOSIÇÃO DO TRABALHO	12
2.1.	Objectivo do projecto	12
2.2.	Descrição do projecto	12
2.3.	Colaboração com a USAID	13
2.4.	Posição das actividades no início da 2a. fase	13
1a. PARTE - TRABALHO EFECTUADO		16
3.	REALIZAÇÕES	18
3.1.	Aerobombas	18
3.2.	Aerogeradores	28
3.3.	A oficina	31
3.4.	Protótipo para produção local	33
3.5.	Anemometria	34
3.6.	Medições de rendimento	38
3.7.	Selecção do local	40
3.8.	Actividades não-eólicas	44
4.	PESSOAL E ORGANIZAÇÃO	46
4.1.	Pessoal	46
4.2.	Transferência de tecnologia e cursos	48
4.3.	Organização	49
5.	FINALIDADE E SISTEMA ECONÔMICO	51
6.	REVISÃO DA POTENCIA DA ÁGUA BOMBEADA POR ENERGIA EÓLICA	57
7.	APOIO AO PROJECTO	60
7.1.	Administração do projecto	60
7.2.	Assistência técnica	60
7.3.	Logística	61
7.4.	Curtas missões	61

ÍNDICE (continuação) PÁGINA

8. RELATÓRIOS 62

2a. PARTE - ALGUNS ASPECTOS IMPORTANTES A SALIENTAR 67

9. ASPECTOS TÉCNICOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO 69

9.1. Descrição do mecanismo de uma aerobomba 69
9.2. Os problemas que podem surgir com o funcionamento de aerobombas 74
9.3 Resolução de problemas 75

10. SELECÇÃO DE LOCAIS 80

10.1. Processo de selecção de locais 80
10.2. Estratégia de bombagem de água 82
10.3. Nota técnica E.R. de 13 de Julho de 1982 86
10.4. Nota técnica E.R. de Agosto de 1984 88

11. DOIS CASOS DE ESTUDO 90

11.1. Achada de São Filipe 90
11.2. Achada Baleia 93

12. ELABORAÇÃO DE DADOS SOBRE O VENTO 96

12.1. Equipamento 96
12.2. Aeroporto da Praia 97
12.3. Achada de São Filipe 100
12.4. Ribeira dos Saltos, Flamengos e São Miguel 103
12.5. Ribeirão Chiqueiro 104

13. MEDIÇÕES DE RENDIMENTO 105
13.1. Medições de dez minutos 105
13.2. Medições a longo prazo 110
13.3. Medições no Aerowatt 115

3a. PARTE - CONCLUSÕES E SUGESTÕES 116

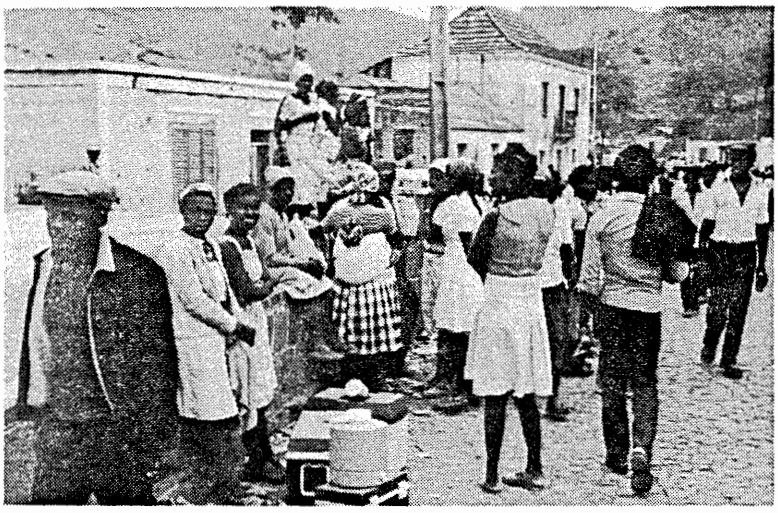
14. CONCLUSÕES E SUGESTÕES 117

14.1. Generalidades 117
14.2. Comparação com a proposta do projecto
14.3. Conclusões e sugestões por assunto 120

REFERÊNCIAS 124

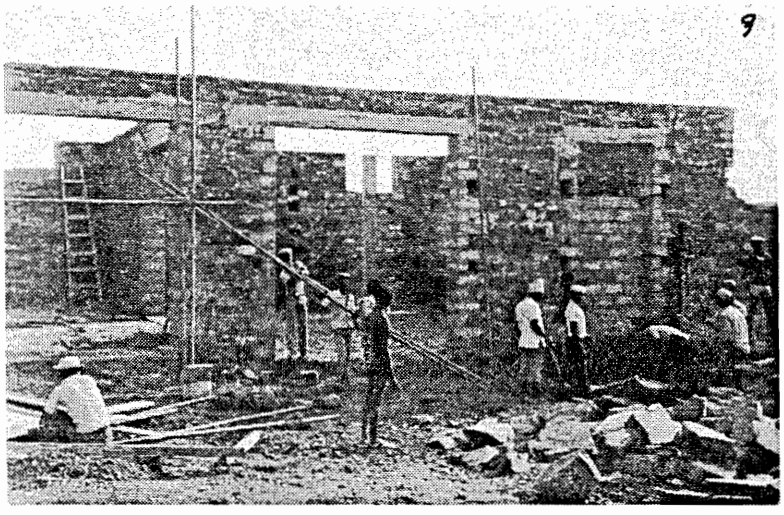
PREFÁCIO

Este relatório refere-se à segunda fase do projecto bilateral entre Cabo Verde e os Países Baixos "Energias Renováveis", que começou a 1 de julho de 1981 e que durou 3 anos.
O projecto foi realizado pela DER, Divisão de Energias Renováveis do MDR, Ministério do Desenvolvimento Rural da República de Cabo Verde.
A contribuição dos Países Baixos para o projecto foi realizado por Engenheiros Consultores do DHV, em nome e como associados do CWD.
A Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) forneceu material, equipamento e ferramentas para a nova oficina da DER, construída durante esta segunda fase.
O Ministério do Desenvolvimento e Cooperação dos Países Baixos (DGIS) financiou a assistência técnica holandesa, a construção da nova oficina e a aquisição de aerobombas e materiais suplementares.



Abastecimento de água à população

Um aerogerador que visa o abastecimento de água



Construção de oficina

Fornecimento de água para irrigação.

BEST AVAILABLE COPY

SUMÁRIO

Introdução

A República de Cabo Verde foi atacada por um período de seca que durou quase duas décadas. Metade do abastecimento da água (água potável e irrigação) tem de ser feita por bombagem. A utilização da energia eólica para bombagem de água é uma necessidade económica, visto o país não possuir recursos fósseis.
A Divisão de Energias Renováveis (DER) do Ministério do Desenvolvimento Rural (MDR) vem realizando, desde 1977, um programa de instalação e manutenção de aerobombas. Várias organizações financiadoras, como a UNDP , UNICEF, Church World Service, FAC e USAID, têm ajudado a DER com material e equipamento. Os moinhos importados são os Dempsters,dos Estados Unidos e os Southern Crosses da Austrália.
O Ministério de Desenvolvimento e Cooperação dos Países Baixos (DGIS) envolveu-se nas actividades da DER desde 1979, em forma de assistência técnica (1a. fase). Em julho de 1981 o envolvimento do DGIS tomou a forma de um projecto, por enquanto de 3 anos de duração (2a. fase).
Este relatório refere-se ao resultado deste projecto do DGIS com a contribuição de outros doadores, durante este período. Entretanto o projecto foi prolongado por mais três anos, até Junho de 1987 (3a. fase).
Os realizadores do projecto foram a DER e o CWD, Serviços de Verificação de Energia Eólica em Países em Vias de Desenvolvimento, Países Baixos.
O projecto pretendeu:

- prestar assistência técnica à DER (dois consultores residentes)
- importar cerca de trinta aerobombas,
- iniciar a produção local de aerobombas e
- financiar a construção da nova oficina da DER. O equipamento e material para a nova oficina foram fornecidos pelo projecto USAID.

Empreendimentos

Durante a segunda fase, 21 poços foram equipados com aerobombas.
Um grupo de 20 trabalhadores da DER, constituído por mecânicos, aprendizes -mecânicos e pintores, assim como 6 mecânicos de outras ilhas, frequentaram o curso de instalação, manutenção e reparação de aerobombas. A instalação e manutenção foram estandardizadas. Existe um arquivo de cada moinho. As folhas de manutenção mensal são preenchidas pelos mecânicos em todas as ilhas com aerobombas.
O projecto elaborou manuais de instalação para a Dempster e Southern Cross.
A primeira experiência de bombagem de água com aerogeradores da marca Aerowatt foi um fracasso.
O projecto financiou a construção de uma nova oficina. A oficina também está equipada pelo projecto USAID. O pessoal frequentou o curso sobre funcionamento de oficina e máquinas.
A DER construiu, instalou e verificou cuidadosamente o primeiro protótipo para produção local (de 5m de diâmetro).

Efectuaram-se medições de vento em 25 locais para analisar o regime de vento em determinado local escolhido para futura instalação.
Realizaram-se algumas medições de rendimento, isto juntamente com análises teóricas, resultaram em curvas de perdição de potência das aerobombas utilizadas pela DER, para os regimes de vento das Achadas e das Ribeiras.
Durante a segunda fase realizaram-se 36 estudos sobre locais, isto é investigações sobre a espécie de aerobombas a ser instalada num local. Calculou-se a potência da aerobomba e escreveu-se uma instrução sobre como realizar um estudo de um local. A transferência de tecnologia sob forma de treinamento no local de trabalho para os mecânicos, foi um enorme sucesso. A transferência de tecnologia a nível superior e médio apenas começou muito recentemente devido à falta de técnicos caboverdianos.
O projecto recebeu assistência técnica e administrativa do CWD, nos Países Baixos.

Problemas enfrentados

Durante a maior parte da segunda fase a DER ressentiu-se da falta de técnicos caboverdianos. Principalmente a vaga de um engenheiro mecânico (só preenchida em Maio de 1984) dificultou seriamente o progresso do desenvolvimento da produção local. No final da segunda fase a situação do quadro da DER melhorou consideravelmente, falta apenas um engenheiro electro técnico.
O curso sobre instalação e manutenção teve de começar quase do zero, porque dois mecânicos qualificados, treinados na primeira fase, desistiram pouco tempo depois do início da segunda fase.
As aerobombas em Cabo Verde estão sujeitas à rápida corrosão devido à atmosfera; um problema difícil de se resolver.
O início da construção da nova oficina atrasou quase um ano devido a razões burocráticas, o que tem provocado atrasos em todas as actividades da DER.
A aquisição de materiais tanto pelo projecto USAID como pelo CWD tem sido difícil e causou vários problemas:

- falta de bons catálogos para fazer as especificacões,
- não há nenhum encarregado de compras da AID na Praia,
- a organização de compras AAPC (para o projecto AID) cometeu vários erros e teve de ser meticulosamente controlada,
- algumas vezes os materiais foram mal embalados, causando prejuízos e perdas,
- falta de comunicação entre as várias partes envolvidas,
- o despacho alfandegário em Cabo Verde é muito demorado e maçador.

O transporte dentro do país não é muito eficiente , algumas vezes tem de se esperar meses por um barco para ir a uma das ilhas.
Quase todo o equipamento de instalacão teve de ser construído pela DER.
Problemas frequentes com o camião e o jeep também atrasaram o progresso.
Como a precipitacão tem vindo a diminuir há duas décadas, os dados do teste de bombagemnão podem ser extrapolados e não são tão certos como deveriam ser. Em alguns casos a quantidade de água tem diminuido tanto que o moinho não pode funcionar durante 24 horas. Em dois casos, os moinhos tiveram de ser desmontados devido à infiltração de água salgada.

Situação do projecto no final da segunda fase

Encontram-se em funcionamento 37 aerobombas, bombeando cerca de 1700 m3 por dia; a água é utilizada no abastecimento de uma população de 10.000 pessoas aproximadamente, nas zonas rurais (5% da população rural) e na irrigação de cerca de 20 ha. O custo de água potável por aerobombas varia de 10 a 20Esc./m3, o que é consideravelmente mais baixo do que por meio de bombas a motor.
O ritmo de instalação no final da segunda fase foi de 1 por mês, com boas perspectivas de aumentar para dois por mês durante a terceira fase, o que é o ritmo necessário para a produção e substituição de todas as aerobombas no futuro.
Os problemas logísticos e de aquisição estão sob controlo, mas continuarão a existir dado à introducão de novas tecnologias.
A oficina está em funcionamento, mas podem-se fazer alguns melhoramentos de menor importância e o pessoal podia receber mais treinamento.
O principal problema de manutencão é a corrosão e têm-se realizado experiências com toda a espécie de tratamentos prévios e pinturas.
A bombagem por aerogeradores começou de novo. O primeiro aerogerador Lagerwey-Van de Loenhorst será instalado na Achada Baleia em Setembro de 1984.
O primeiro protótipo 5000 LW será instalado também durante o segundo semestre de 1984. Está tudo pronto para a construção do segundo protótipo pela própria DER.
O equipamento de medições da DER é constituido por 8 registradores automáticos de velocidade do vento e 15 anemómetros. Existe um programa de medições para o primeiro ano da 3a. fase. A elaboração de dados é feita pela DER com a ajuda de um microprocessador.
As curvas de predição de potência e uma metodologia de selecção de locais são instrumentos existentes para a preparação de novas instalações.
A DER possui actualmente 5 técnicos (dos quais dois cooperantes) e 23 trabalhadores tendo alguns deles frequentado o curso de aperfeiçoamento.
Foi criada uma biblioteca bem documentada.

Conclusões

A aplicação das aerobombas na República de Cabo Verde ultrapassou a sua fase inicial e experimental e provou ser uma maneira segura de bombagem de água. Uma instalação cuidadosa e uma manutenção regular foram os factores principais nesta realização.
Os objectivos da proposta do projecto (1980) para a segunda fase não puderam ser todos cumpridos, as principais razões são:

- falta de técnicos caboverdianos,
- a nova oficina não estar concluída a tempo,
- toda a espécie de problemas logísticos e
- a proposta do projecto foi demasiado optimista.

Felizmente, tanto Cabo Verde como os Países Baixos tomaram uma atitude flexível em relação às adaptações do projecto à realidade. Todo o dinheiro foi gasto de maneira útil.

Os principais problemas que ainda existem são:

- logísticos e aquisição;
  as suas consequências podem ser minimizadas com o próprio planeamento do estoque, mas continuarão a existir,
- corrosão;
  os efeitos podem ser diminuidos com uma escolha adequada de tratamento prévio e o tipo de pintura. O problema subsistirá porque a causa é climática.
- dúvidas nos dados das águas subterrâneas;
  este problema irá diminuir gradualmente com o progresso evolutivo dos estudos dos recursos das águas subterrâneas, mas subsistirá enquanto a seca continuar.

Recomendações

Recomenda-se adaptar uma atitude flexível em relação à política e aos objectivos do projecto durante a terceira fase, visto ainda existirem muitos problemas e dúvidas.
Propõe-se organizar cursos para guardas dos moinhos, passando assim a parte da manutenção e limpeza a ser feita pelo guarda. Em caso de água em excesso (abastecimento de água potável nas Achadas), o guarda pode utilizá-la para irrigações em pequena escala próximo da área do reservatório.
A infra-estrutura técnica deveria ser concluída, isto é, adquirir equipamento de instalação e manutenção em todas as ilhas.
Nao é aconselhável continuar com o aerogerador Aerowatt para bombagem de água. Deveria ser cuidadosamente verificado o primeiro aerogerador Lagerwey-Van de Loenhorst para o mesmo fim.
As curvas de predição de potência já existentes, a metodologia de selecção de locais e a situação das aerobombas deveriam ser avaliadas e melhoradas na prática.
Foi elaborado um programa de aperfeiçoamento para o primeiro ano da terceira fase; recomenda-se executá-lo.
A finalidade e análises económicas deveriam ser detalhadas e aperfeiçoadas.
Os itens principais da assistência técnica durante a terceira fase serão: produção local, estudo do tamanho do tanque, problema de corrosão, irrigação por aerobombas e aerogeradores.
Os objectivos da DER a longo prazo são: realizar a potência completa de água bombeada por energia eólica, ou seja, 300 aerobombas mecânicas e 66 aerogeradores para bombagem de água. Dois terços de todas as instalações serão em Santiago. 75% da potência da água bombeada pode ser obtida por energia eólica, isto significa 47.700 m3/dia.

1. INTRODUÇÃO

O interesse da República de Cabo Verde na utilização da energia renovável é basicamente económico. O país é muito pobre e todo o custo de energia pesa profundamente na sua economia nacional,visto não existirem recursos de energia "tradicional".
A utilização da energia renovável para bombagem de água é por isso, de grande importância porque reduz a importação de petróleo. Tanto a energia eólica como a energia solar oferecem grandes possibilidades em Cabo Verde.
O país está sendo atingido pelo pior e mais longo período de seca jamais experimentado na sua história. Pode-se imaginar os problemas enfrentados para abastecimento de água à população, abeberamento de animais e irrigação das poucas áreas agrícolas.
O abastecimento de água potável é extremamente importante neste país, é apenas para a sobrevivência da maior parte da sua população rural (190.000 habitantes), com pouco poder aquisitivo dado a diminuição da área agrícola irrigada e a quantidade de gado, nos últimos 15 anos.
Na agricultura irrigada, de momento totalizando apenas 2.000 ha, utiliza-se relativamente grande quantidade de combustível, porque 50% consiste em irrigação por bombagem. Por esta razão o governo de Cabo Verde estimula fortemente a utilização das energias renováveis.
As actividades neste campo começaram em 1977 com a criação da Divisão de Energias Renováveis (DER) dentro do Ministério do Desenvolvimento Rural (MDR). O governo de Cabo Verde e a PNUD (Projecto PNUD CVI/76/X05 - Demonstração de Energia Não Convencional) puseram fundos à disposição.
Este projecto contribuiu com 3 aerogeradores e um volontário, Sr. Van Meel, que trabalhou anteriormente no Grupo de Energia Eólica de Eindhoven e que faz parte do CWD.
Desde o seu início, a Divisão deu prioridade à bombagem de água para o abastecimento de água potável, o que foi e continua a ser uma necessidade urgente nas Ilhas de Cabo Verde.
Os Serviços da Igreja Mundial ofereceram 25 aerobombas Dempster com ventoinha de 8' de diâmetro e mais tarde a UNICEF distribuiu 10 Dempsters de 14'.
Gradualmente mais organizações financiadoras envolveram-se nas actividades da DER, como por exemplo a CIMADE, FAC, Embaixada Americana, Embaixada do Canadá, ICCO, etc.
O Ministério do Desenvolvimento e Cooperação dos Países Baixos (DGIS) encarregou-se, em 1979, da nomeação do voluntário da PNUD. Também em 1979 a USAID envolveu-se. Foi reconhecido e implementado um projecto de energia renovável (ref. 1). Este projecto começou em Agosto de 1980. O papel principal do projecto consistia na aquisição de material e equipamento para uma nova oficina da DER. Uma das premissas do projecto era que o DGIS prestaria assistência à Divisão.
A pedido do DGIS a CWD realizou um estudo sobre a viabilidade de aplicação de aerobombas durante o primeiro semestre de 1980 (ref. 2). O estudo revelou que 75% das necessidades de água por bombagem em Cabo Verde, poderia ser desempenhado pelos moinhos.
O projecto proposto diz respeito não apenas à assistência técnica, mas também ao financiamento da nova oficina e à aquisição de cerca de 30 moi-

nhos. Este projecto bilateral entre Cabo Verde e os Países Baixos - Energias Renováveis", depois da aprovação de Cabo Verde e do DGIS, veio a começar no dia 1 de Julho de 1981 e estendeu-se por 3 anos.
O período de 1977 a Julho de 1981 classifica-se agora como a primeira fase das actividades. Durante este período o CWD contribuiu com a assistência técnica. O período de Julho de 1981 a Julho de 1984 é classificado como segunda fase e será relatado neste documento.
O projecto foi executado pela DER. O Director da DER é, desde Fevereiro de 1983, o Sr. Daniel Livramento, licenciado em Física (Brasil 1982). Outros funcionários do corpo directivo são o Sr. David Cardoso (desde Novembro de 1983) e muito recentemente, desde Maio de 1984, o Sr. F. Ferreira.
A colaboração dos Países Baixos para o projecto tem sido efectuada por Engenheiros Consultores do DHV, em nome e como associados do CWD. O Sr. K. Versteegh, consultor do CWD, começou a trabalhar para o projecto em 1 de Julho de 1981 e o Sr. N.Pieterse, consultor do CWD, em 15 de Setembro de 1981. O Sr. Van Meel deixou o projecto a 1 de Novembro de 1981.
O projecto foi avaliado em Novembro de 1983, por uma missão tripartida (Cabo Verde, USAID, DGIS) - Ref. 3. As conclusões desta missão de avaliacao foram, em geral, positivas e o prolongamento do projecto foi fortemente recomendado, com ênfase sobre a produção local.
Entretanto, a DER e o CWD prepararam uma proposta para a extensão do projecto por mais 3 anos (Ref. 4). Esta extensão foi aprovada por Cabo Verde e pelo DGIS.
O Sr. Versteegh foi substituído em Julho de 1984 e o Sr. Pieterse será substituído em Setembro de 1984 pelos Srs. J.Diepens e H. van der Spek, respectivamente.
O conteúdo deste relatório é o seguinte:
No capítulo 2 é apresentada uma exposição do trabalho que incluiu um resumo das actividades realizadas na fase 1.
Nos restantes capítulos descrevem-se as actividades durante a segunda fase. O relatório divide-se em três partes:
1a. Parte (capítulo 3 a 8) refere-se ao trabalho executado:
- instalação, funcionamento e manutenção de aerobombas
- serviços e materiais distribuidos
- pessoal e organização
- finalidade e sistema económico
- revisão da potência da água bombeada
- apoio ao projecto
- relatórios

2a. Parte salienta alguns aspectos importantes do projecto:
- funcionamento e manutenção de aerobombas (Cp. 19)
- metodologia de selecção de locais (Cp. 10)
- alguns estudos dos sistemas de funcionamento (Cp. 11)
- elaboração de dados do vento (Cp. 12)
- rendimento das aerobombas utilizadas pela DER (Cp. 13)

3a. Parte apresenta as conclusões e recomendações (Cp. 14)

2. EXPOSIÇÃO DO TRABALHO

2.1. Objectivo do projecto

O objectivo do projecto é fomentar a utilização da energia eólica nas zonas rurais de Cabo Verde, com ênfase na bombagem de água. Este objectivo devia ter sido atingido com a execução das propostas, como se especificou no estudo "Energia eólica para bombagem de água em Cabo Verde", por H.J. M. Beurskens, CWD 81-1 (Ref. 2), que a seguir se descrevem.
As propostas foram efectuadas por um período de 5 anos, a começar em 1 de Julho de 1981, 3 das quais abrangeram esta segunda fase.

2.2. Descrição do projecto

Durante a segunda fase:
- foram importadas 33 aerobombas comercialmente disponíveis, de diâmetro de ventoinha variando entre 8' e 25'
- 8 a serem compradas localmente (os moinhos de S.Vicente de 8' de diâmetro)
- os primeiros 5 protótipos de 5m a perfeiçoados pelo CWD, a serem construídos localmente e
- os primeiros 3 protótipos de 3m a serem construídos pela DER.

Todas estas aerobombas tiveram de ser instaladas e, após isso, feita a sua manutenção.

O projecto devia financiar a construção da oficina, isto em complemento do projecto USAID, que devia fornecer equipamento, ferramentas e material à oficina.

A assistência técnica devia ser ministrada por dois peritos cooperantes com residência permanente e Países Baixos por comunicação escrita e curtas missões, quando necessário.
Entre outras, os dois peritos tinham de desempenhar as seguintes tarefas:
- verificação da viabilidade dos sistemas para aplicação em determinados locais
- verificação da produção local de aerobombas
- verificação do desenho de aerobombas
- cursos sobre administração e funcionamento da oficina de energia renovável
- verificação e assistência das seguintes actividades já em andamento:
  - programa de instalação de aerobombas
  - estrutura de uma biblioteca
  - experiências com energia solar e sistema de biogás
  - consulta a vários ministérios sobre a aplicação das energias renováveis
  - verificação da coordenação com outras instituições.
- administração e apoio dos Países Baixos ao projecto (por exemplo aquisição), incluindo 7 visitas de inspecção
- orçamento para os cursos
- aquisição de 6 motorizadas e diverso material nem sempre disponível

em Cabo Verde
- deve-se fazer um relatório-progresso cada 3 meses; será elaborado um último relatório no final da segunda fase.

O orçamento total do projecto avultou em 3.117.000 Florins Holandeses.

2.3. Colaboração com a USAID

Embora não esteja claramente mencionado nos documentos do projecto, pensou-se executar o projecto em estreita colaboração com a USAID, a qual mantinha um projecto com a DER, desde 1980 até Dezembro de 1983 (Ref.1). A sua principal contribuição era a aquisição de equipamento e material para a nova oficina. Além disso foi incluída a assistência técnica e cursos de aperfeiçoamento a Caboverdianos.
O orçamento deste projecto avultou em 500.000 Dólares Americanos.

2.4. Posição das actividades no início da 2a. fase

A posição das actividades da DER no início da 2a. fase foi mencionada no Relatório I. +). Será apresentado aqui um pequeno resumo.

a. No princípio do projecto UNDP, iniciado pelos Srs. Van Meel e Livramento, a Turbina de vento Bicycle Wheel estava completamente estragada. O Elektro e o Darrieus, na parte electrica, funcionavam bem, mas como os moinhos e as bombas não condiziam um com o outro, nao bombeavam água (Ref.5).
b. A bomba solar Sofretes, equipada peda CIMADE, apenas funcionou pouco tempo devido a uma avaria na bomba. A instalação do Aerowatt da Achada Baleia, não estava ainda realizada.
c. Dos 25 Dempsters de 8' oferecidos pelo Serviço de Igreja Mundial, foram instalados 16, sendo 6 em Santiago, 3 no Maio, 4 no Sal e 3 em São Nicolau.
d. Dos 10 Dempsters de 14' oferecidos pela UNICEF, foram instalados 4, sendo 2 em Santiago e 2 em São Nicolau.
e. Chegou material para construir o primeiro protótipo aperfeiçoado pelo CWD.
f. Foi planeada a construção da oficina (financiada pela CWD), local escolhido e desenho prelimiar disponível.
g. Foi encomendado algum equipamento e material do projecto USAID, mas a maior parte devia ainda ser especificada e encomendada.
h. Chegaram a Santo Antão os 3 Southern Crosses de 25', oferecidos pelo projecto bilateral Santo Antao - Holanda.
i. Chegaram à Alfândega os 3 Dempsters (um de 8' e dois de 12') oferecidos pela Embaixada do Canadá, para serem instalados no Maio.
j. Chegaram 2 Southern Crosses de 25', oferecidos pelo projecto ICCO na Achada Baleia.
k. Foi instalada em São Nicolau uma das duas aerobombas Aerowatt dos projectos da FAC e um dos três medidores de vento Aerowatt foi instalado na Achada de S.Filipe.

+) Os relatórios com algarismos romanos referem-se aos relatórios escritos pelos técnicos da DER. Estes serão apresentados no Capítulo 8.

l. Na casa do guarda, na Achada de S.Filipe estão em funcionamento um destilador solar de 2 m2 e um fogão solar.

m. Os três projectos financiados pela Embaixada Americana, a instalação do biogás, o dispositivo de elevação da água "sifão" e o destilador solar para o Maio, tiveram ainda de ser iniciados.

n. Foi instalado e esteve em funcionamento um aerogerador "Aeropower" de 3 KW, oferecido pelo projecto de protecção às culturas vegetais da USAID.

O pessoal da DER consistia em dois mecânicos, dois técnicos, um capataz, um pintor, três trabalhadores, dois aprendizes e um encarregado de oficina.
A DER teve uma pequena oficina na Praia, onde apenas se podiam fazer operações simples como perfuração, esmerilação e soldagem. A DER teve à sua disposição um camião e um jeep velhos, os quais não estiveram disponíveis muitas vezes, por razões de manutenção e reparação.
O equipamento de medição do vento consistia em 2 medidores de velocidade do vento Stewart, 2 anemómetros Casella e um registrador Lambrecht.
O Quadro 2.1. apresenta as aerobombas instaladas pela DER, desde 1 de Julho de 1981.

Quadro 2.1. - Aerobombas instaladas pela DER desde 1 de Julho de 1981

A. Aerobombas

Ilha	Aerobomba	Local	Observações
Santiago	Dempster 8'	Achadá S.Filipe,FT 170	
Santiago	Dempster 8'	Pensamento	
Santiago	Dempster 8'	Lem Duque	
Santiago	Dempster 8'	Granja S.Filipe	
Santiago	Dempster 8'	Portete	
Santiago	Dempster 8'	Santa Cruz	
Santiago	Dempster 14'	Trindade	
Santiago	Dempster 14'	Granja S.Filipe	
Maio	Dempster 8'	Centro	
Maio	Dempster 8'	Brigadinho	
Maio	Dempster 8'	Cascabulho	
Sal	Dempster 8'	Alto Solarino	
Sal	Dempster 8'	Tapadona	Não está em func.
Sal	Dempster 8'	Palmeira	
Sal	Dempster 8'	Palmeira	Não está em func.
São Nicolau	Dempster 8'	Chã de Norte	Não está em func.
São Nicolau	Dempster 8'	Belém	Não está em func.
São Nicolau	Dempster 8'	Belém	Não está em func.
São Nicolau	Dempster 14'	Chã dos Penedos	Não está em func.
São Nicolau	Dempster 14'	Chã dos Penedos	Não está em func.
São Nicolau	Aerowatt	Campo de Preguiça,FN10	

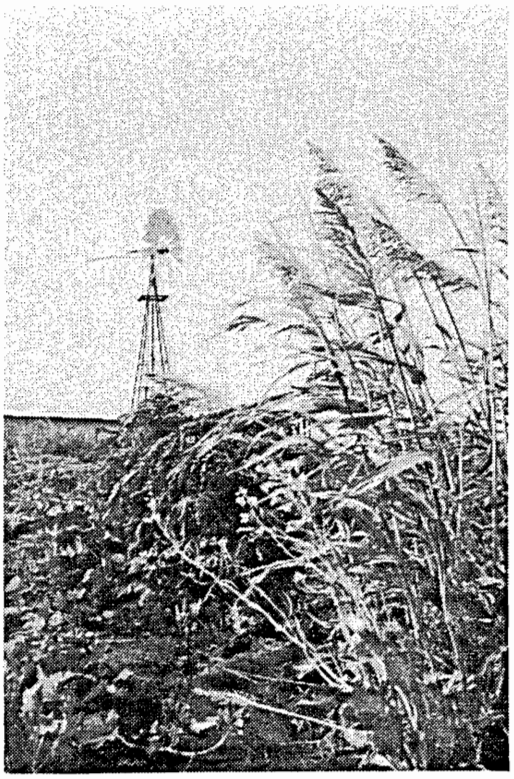
N.B. Os moinhos em S.Nicolau foram na realidade instalados de Julho a Setembro de 1981, mas como todas as preparações foram feitas na 1a. fase, estão incluídos nesta lista, mas ainda não estão a funcionar porque os reservatórios tiveram de ser construídos.

B. Aerogeradores com outras finalidades

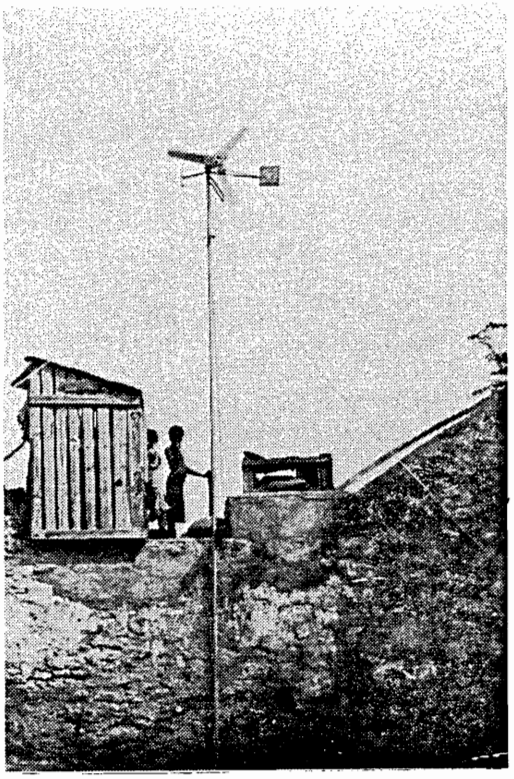
Ilha	Aerogerador	Local	Observação
Santiago	Bycicle Wheel	João Varela	Estragado
Santiago	Elektro	Achada S.Filipe	Não funciona
Santiago	Darrieus	Achada S.Filipe	Não funciona
Santiago	Aeropower	Achada S.Filipe	
Santiago	Wesp	Achada S.Filipe	
Santiago	Wesp	São Pedro	

1a. PARTE

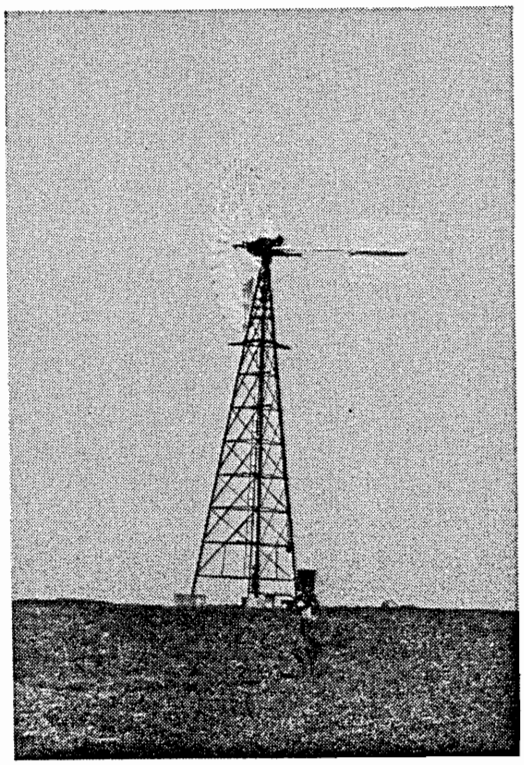
TRABALHO REALIZADO



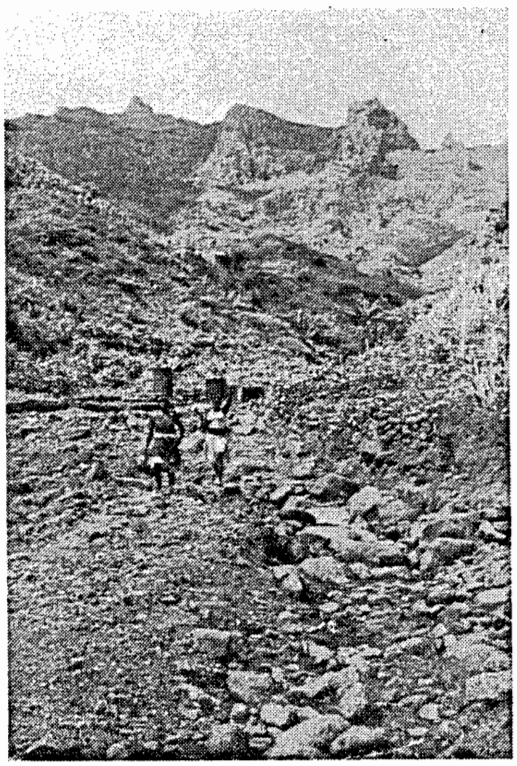
Un Dempster que fornece água para irrigacao



Um aerogerador de 1m de diâmetro



Um Southern Cross de 25' em funcionamento



Mulheres transportando água numa zona sem aerobomba

BEST AVAILABLE COPY

3. REALIZAÇÕES

3.1. Aerobombas

3.1.1. Novas instalações durante a segunda fase

Durante a segunda fase, 21 poços foram equipados com aerobombas e num dos casos com uma bomba manual. Foram desmontadas duas aerobombas por causa da infiltração da água do mar e uma bomba manual, por falta de água e frequentes avarias. Segue abaixo uma breve descrição das instalações:

- Outubro-Dezembro de 1981:
  um Southern Cross de 25' na Achada da Baleia (furo FT 177). Este moinho foi comprado pelo projecto integrado da Achada Baleia que é financiado pelo ICCO (Organização holandesa de ajuda nao governamental). Na altura da instalação já estavam concluídos um reservatório e um fontenário. Parte da água era destinada ao abastecimento da população e outra parte para irrigação.
  O moinho estava em funcionamento desde Dezembro de 1981 a Maio de 1982 (apenas para o abastecimento de água potável) quando se observou uma elevação na condutividade da água. Depois de uma consulta ao Departamento de Águas Subterrâneas do MDR e ao BURGEAP, o moinho foi parado para aguardar as análises da água a fim de mostrar se a elevação era devida à infiltração da água do mar ou a partículas de sal no lençol de água, libertadas pela corrente de água.
  Esta análise quimica nunca foi feita e a DER desmontou o moinho em princípios de 1984 para ser instalado noutro local. A quantidade total de água bombeada por este Southern Cross na Achada Baleia, era menos de 1000 m3.

- Dezembro de 1981:
  Dempster de 14' em Monte Vaca, Achada São Filipe, furo FT 173. Este moinho pertence ao sistema de abastecimento de água da Achada São Filipe, que é descrito detalhadamente na 2a. parte, Capítulo 11. O moinho substitui a bomba solar SOFRETES, que apenas funcionou alguns dias. A quantidade diária de água bombeada por este moinho é cerca de 35 m3/dia.

- Fevereiro de 1982:
  Dempster de 14' na Ponta Furna (SSP 12). Na zona norte de Santiago este moinho abastece um dos poucos fontenários existentes e serve também para abastecimento de água à população e abeberamento de animais. Um tanque e uma série de bicas completam a instalação. Esta zona apresenta água de qualidade medíocre (alta salinidade), mas as pessoas têm de utilizá-la, porque não há outra melhor. A instalação serve aproximadamente a 1000 pessoas; o número de cabeças de gado é desconhecido.

- Abril-Maio de 1982:
  Southern Cross de 25' em Monte Vaca (FT 171). Este moinho também pertence ao sistema de abastecimento de água da Achada de S.Filipe

que é descrito na segunda parte, Capítulo 11. O moinho substitui o sistema Darrieus que nunca bombeou água, e bombeia uma média de 100 m3/dia.

- Junho-Setembro de 1982:
três Southern Cross de 25' em Santo Antão; em Chã de Arroz, Picoteiro e Corujinha. Estes três moinhos foram financiados pelo projecto Santo Antão - Holanda.
Em Chã de Arroz e Picoteiro bombeiam água para irrigação, enquanto que o de Corujinha serve para abastecer água potável a Porto Novo (parcialmente). Embora tenham sido instalados em 1982, os moinhos só funcionaram em meados de 1983, porque levou muito tempo para se obter os principais pontos de elevação (pedidos pela DGIS) em Santo Antão. De momento o moinho em Chã de Arroz não funciona devido à falta de água(em 1983 não choveu em Santo Antão).

- Julho de 1982:
Dempster 14' em Ribeira Flamengos, FT 5. Este moinho abastece água a várias aldeias na Ribeira de Flamengos. Existe um tanque e um fontenário, incluindo casas de banho e possibilidades de uma lavandaria.

- Outubro de 1982:
bomba manual Dempster em Mendes F.Rendeiro, FT 133; abastecimento de água potável.
Esta instalação sofre duas espécies de problemas: rápido esgotamento do poço e frequentes avarias. Esta última devido ao excesso de velocidade, porque as pessoas tentam encher os seus baldes o mais rápido possível, mesmo causando a ruptura da alavanca da bomba. Como também o nível de água continua a descer, a bomba foi por fim desmontada.
Outras experiências em Cabo Verde e outros países de África também mostram que é difícil alcançar-se um funcionamento das bombas manuais isento de dificuldades.

- Fevereiro-Abril de 1983:
instalações na ilha do Maio: um Dempster de 8' no Centro (MSP 2), um Dempster de 8' na Figueira Seca (MSP 13) e um Dempster de 12' no Morro (MF 22), todos para abastecimento de água potável.
O Dempster de 8' em Brigadinha (água para abeberamento do gado) foi desmontado durante este período; a água tinha-se tornado demasiado salobra.

- Maio-Junho de 1983:
os mecânicos que frequentaram o curso de instalação e manutenção de aerobombas na DER, instalaram dois Dempster de 14'; um em Saltos (para irrigacao),e outro em Ribeirão Manuel (água para uso doméstico).

- Junho de 1983:
  a primeira versão do protótipo construído por mecânicos da DER foi instalada na Achada de São Filipe. A água é utilizada para irrigacao. O moinho tem sido cuidadosamente controlado.

- Setembro-Outubro de 1983:
  um Southern Cross de 25' foi instalado na Ribeira de Flamengos, num poço recentemente cavado. Esta instalação foi realizada com a ajuda do Projecto de Administração da Bacia Hidrográfica do Departamento de Conservação de Solos e Água, do MDR.

- Abril-Maio de 1984:
  instalações na ilha do Maio de um Dempster de 12' em Pedro Vaz e um Dempster de 8' em Alcatraz, ambos para abastecimento de água potável.

- Maio-Junho de 1984:
  instalação de um Southern Cross de 21' em Salineiro, furo FBE-2. O moinho serve para o abastecimento de água potável a esta vila.

- Junho-Julho de 1984:
  instalação de um Southern Cross de 25' em Ribeirão Chiquéiro, servindo para o abastecimento de água potável e alguma irrigação.

Resumindo, durante a segunda fase foram instalados:
- 3 Dempsters de 8'
- 2 Dempsters de 12'
- 5 Dempsters de 14'
- 1 Southern Cross de 21'
- 7 Southern Crosses de 25' (dos quais um foi desmontado)
- 1 protótipo de produção local
- 1 bomba manual (e desmontada).

O Quadro 3.1. apresenta o resumo das aerobombas instaladas até 30 de Junho de 1984.

Quadro 3.1. - Aerobombas mecânicas instaladas até 1984

Ano de instalação	Local	Aerobomba	Observação
1978	São Filipe, T.	Dempster 8'	
1978	Portete, T.	Dempster 8'	
1978	Lem Duque , T.	Dempster 8'	Não tem guarda
1978	Pensamento, T.	Dempster 8'	
1978	Granja S.Filipe,T.	Dempster 8'	Falta de água
1979	Calheta, M.	Dempster 8'	
1979	Cascabulho, M.	Dempster 8'	Não tem guarda
1980	Santa Cruz, T.	Dempster 8'	Não tem guarda
1980	Trindade, T.	Dempster 14'	Pouca água
1980	Granja S.Filipe,T.	Dempster 14'	Falta de água
1980	Poço Verde, S.	Dempster 8'	Não tem guarda
1980	Tapadona, S.	Dempster 8'	Não tem guarda nem bomba
1980	Palmeira, S.	Dempster 8'	Não tem guarda
1980	Palmeira, S.	Dempster 8'	Não tem guarda nem funciona
1981	Chã do Norte, N.	Dempster 8'	
1981	Belém, N.	Dempster 8'	
1981	Belém, N.	Dempster 8'	Não tem guarda
1981	Chã dos Penedos,N.	Dempster 14'	Não tem guarda
1981	Chã dos Penedos,N.	Dempster 14'	Não tem guarda
1981	São Filipe, T.	Dempster 14'	
1982	Ponta Furna, T.	Dempster 14'	
1982	São Filipe, T.	S. Cross 25'	
1982	Chã de Arroz,A.	S. Cross 25'	Falta de água
1982	Picoteiro, A.	S. Cross 25'	
1982	R.Corujinha,A.	S. Cross 25'	
1982	R.Flamengos,T.	Dempster 14'	
1983	Calheta, M.	Dempster 8'	
1983	Morro, M.	Dempster 12'	Não tem guarda
1983	Figueira Seca,M.	Dempster 8'	Não tem guarda
1983	Rib. Manuel, T.	Dempster 14'	Pouca água
1983	R. Saltos, T.	Dempster 14'	Não tem guarda
1983	São Filipe, T.	Protótipo 5m	
1983	R.Flamengos,T.	S. Cross 25'	
1984	Pedro Vaz, M.	Dempster 12'	
1984	Alcatraz, M.	Dempster 8'	
1984	Salineiro, T.	S. Cross 21'	
1984	Rib.Chiqueiro,T.	S. Cross 25'	

T. = Santiago
M. = Maio
S. = Sal
N. = São Nicolau
A. = Santo Antão

3.1.2. Funcionamento, manutenção e reparação

Depois da instalação de um moinho designa-se alguém para o guardar, fazê-lo funcionar e comunicar à DER possíveis avarias ou mau funcionamento. Geralmente o guarda é escolhido e pago pelo MDR, com excepção da ilha do Sal, onde o município explora as aerobombas.
Das 37 aerobombas instaladas 13 não têm guarda (ver quadro 3.1.). Esses moinhos são postos a funcionar por diversas pessoas ou algumas vezes por alguém que não é designado para o efeito e não recebe pagamento.
Esta situação tem de ser melhorada porque um guarda pode, não só observar, como também fazer uma parte da manutenção (ver 3.1.5.). O problema pode ser resolvido por um esforço, tanto da DER como dos departamentos locais do MDR
Das 37 aerobombas instaladas, 30 estão bombeando água, 3 não funcionam por falta de água, 2 não bombeiam porque ainda não estão ligadas ao reservatório e das últimas 2, uma nunca foi instalada (este moinho será desmontado) e a outra não funciona porque o poço não é suficientemente profundo (este moinho será transportado para outro local). Estas últimas 4 aerobombas estão instaladas no Sal e em São Nicolau.
Em princípios de 1981, introduziu-se uma manutenção regular em Santiago e em Abril de 1983, nas outras ilhas. Para alcançar isto a DER ministrou um curso de aperfeiçoamento sobre instalação, reparação e manutenção de aerobombas a mecânicos dos departamentos locais do MDR do Tarrafal, Maio, Boa Vista, Sal, Sao Nicolau e Santo António (relatório XVIII). Este curso foi financiado pela Church World Service. A manutenção é feita mensalmente, e uma vez por ano faz-se uma inspecção mais completa e troca-se o óleo de transmissão. A manutenção mensal é feita por duas pessoas, com as seguintes tarefas:

- medições:
  são medidas a condutividade e o nível de água, assim como a potência durante 5 minutos, apenas para se ter uma idéia do rendimento. No futuro todos os moinhos terão um contador para obter medições de rendimento a longo prazo e controlar a quantidade de água tirada de um determinado poço, para evitar uma exploração demasiada.. Os contadores também proporcionam um fácil controlo de distribuição de água.

- inspecção
  controlo do funcionamento do moinho.

- lubrificação:
  a manutenção é feita por meio de uma lista de controlo na qual são escritas todas as medições e observações. Os dados mais importantes são transferidos (no escritório) para uma folha de dados anual, a fim de facilitar um rápido controlo do estado do moinho. As folhas de manutenção dos moinhos das outras ilhas, excepto Santiago, têm de ser enviadas mensalmente à DER; isto nem sempre é feito assiduamente.
  A página seguinte apresenta um exemplo de uma folha de manutenção preenchida.

BEST AVAILABLE COPY

Um dos maiores problemas de manutenção do moinho é a corrosão. Pintar o moinho 1 vez por ano leva 75% do custo da manutenção anual (relatórioX). Está sendo investigado que tinta e que qualidade de pintura oferecem melhores possibilidades em Cabo Verde (relatório XVIII). Para ser bem sucedido experimentar limpar o moinho todos os meses com um pano, para retirar a poeira. Isto podia prolongar o tempo de vida de uma pintura. O trabalho de limpeza pode ser feito pelo guarda ou, voluntariamente, por qualquer pessoa que utilize a água do moinho.
O Quadro 3.2. apresenta o número de avarias em Santiago.

Quadro 3.2. - Avarias de aerobombas em Santiago em 1981 - 1983

Ano	Quantidade de moinhos em funcionamento	Quantidade de avarias	% de avarias causadas por desgaste	Frequência anual
1981	9	9	30%	1
1982	12	17	24%	1.42
1983	13	10	70%	0.77

Nota:
As avarias nas outras ilhas não estão incluídas porque a DER só passou a receber informação regular a partir de Abril de 1983.

Como se pode observar a frequência actual de avarias é de 0.77 por ano, o que é considerado baixo, mas que ainda podia ser melhorado, porque cada avaria implica alguns dias sem bombear água , por causa da reparação.
Durante a segunda fase as causas mais frequentes de avarias foram analisadas e resolvidas, como as perdas de água no empanque da haste da bomba e o desaperto dos varões de bombagem. O Capítulo 19, na 2a. Parte dá-nos mais detalhes.
Deve-se notar que as avarias aumentam na proporção da idade dos moinhos. Isto pode ser prevenido em parte por controlo rigoroso dos componentes mais imprescindíveis, ou antes, dos componentes mais sujeitos à deterioracao e substituí-los a tempo.
A este respeito, a iniciativa do curso de mecânicos para as outras ilhas foi muito boa e podem-se já notar os resultados positivos deste curso.
O projecto elaborou dois manuais de instalação, um para a Dempster (Relatório XI), outro para a Southern Cross (Relatório XX), os quais demonstraram ser um meio eficiente para elevar o nível dos mecânicos, nao só nos seus trabalhos de instalação e reparação, como também na preparação de listas de componentes que têm de ser enviadas às outras ilhas, em caso de reparação.

Ficha de manutenção e reparação de aerobombas

Local _____ Nome e No. da aerobomba _____

Data _____ Mecânico _____

Hora de chegada _____ Hora de saída _____

Observações

1. A aerobomba tira água? Sim. Não, porque _____
2. O empanque está a perder água? Não. Sim, porque _____
3. A aerobomba abre e fecha bem? Sim. Não, porque _____
4. A máquina faz algum barulho? Não. Sim (lugar) _____
5. O varão ou tubo tem vibração? Não. Sim, porque _____
6. Faltam parafusos ou tem parafusos desapertados? Não. Sim (lugar) _____
7. A aerobomba tem outra avaria? Não. Sim (qual) _____
8. Tem peças que precisam de pintura? Não. Sim (qual) _____

Medições

1. Nível de água _____ m
2. Condutividade _____ s/cm
3. No. de golpes em 5 minutos _____ m3
4. No. do contador antes destes 5 minutos _____ m3
5. No. do contador depois destes 5 minutos _____ m3

Trabalhos a serem feitos (controlar e/ou lubrificar)

Molas do catavento e do amortecedor	0
Arame, corrente e roldanas do travão	0
Copos e bicas de lubrificação	0
Conjunto do tubo de desvio	0
Colocar amianto no empanque ou controlar as solas	0

Drenar a câmara de ar. Estava cheia? Sim. Não

Obs.: se for necessário lubrificar, preencha o "0"

Reparações e modificações

O tipo de trabalho é _____

O defeito é _____

As peças substituídas foram _____

Outras observações _____

3.1.3. Infra-estrutura técnica

A infra-estrutura técnica mais importante de que a DER dispõe é, naturalmente, a nova oficina, que será tratada em 3.3.
No ínicio da segunda fase o único equipamento auxiliar era uma grua para a instalação dos Dempsters.
Cedo se teve consciência de que era necessário mais equipamento para instalação:

- o projecto importou três guinchos, um dos quais foi enviado e vendido ao projecto Santo Antão - Holanda.
- o projecto USAID importou dois reservatórios de plástico de 2 m3 cada. Estes reservatórios podem ser usados temporariamente enquanto o reservatório de cimento nao estiver concluído.
- a DER construiu dois tanques de metal de 1 m3 cada, os quais são utilizados para transportar água às novas instalações para construção das bases.
- a DER construiu nove gruas para a instalação de Dempsters e Southern Crosses, que foram distribuídas entre as ilhas e indicadas no quadro 3.3.:

Quadro 3.3. Distribuição das gruas de instalação

Ilha	GRUAS PARA		
	Dempster 8'	Dempster 12'-14'	Southern Cross 17'-21'-25'
Santiago	1	1	1
Maio	1	1	-
Boa Vista	1	1	-
Sal	1	-	-
Santo Antão	-	-	1

- A DER construiu bancos para oficinas
- A DER construiu um pequeno banco (móvel) para o trabalho no campo
- A DER construiu um tripé grande para elevação de bombas eléctricas (para bombas mecânicas utiliza-se a torre do moinho).

Nas outras ilhas, excepto Santiago onde os meios à disposição do departamento local do MDR sao muitas vezes limitados, distribuiu-se aos mecânicos das aerobombas uma caixa com ferramentas, roldanas, cabos de aço e uma motorizada para resolver os problemas de transporte.

3.1.4. Logística e aquisição de material

O mercado local não dispõe da maior parte do material que a DER necessita para funcionar normalmente e, acima disso, as ofertas não são muito constantes, isto é, podem-se passar meses sem que determinado artigo apareça no mercado. Por isso para muitas das suas necessidades, a DER tem que contar com a sua própria importação.
Todas as peças, componentes e materiais são cuidadosamente guardados nos armazéns da DER, onde cada artigo tem o seu próprio rótulo que o descreve designa o lugar onde é guardado e a quantidade existente. Desta maneira pode-se fácilmente notar a próxima falta de um determinado artigo.
Para a instalação e manutenção de aerobombas, conseguiu-se material do mercado local (pago pelo MDR) e do estrangeiro (pago pelo projecto ou outros financiadores).
Conseguiram-se no mercado local:

- tubos galvanizados
- verguinha
- cimento
- parafusos e porcas
- cantoneiras, barras e outros materiais de construção.

Contudo, estes artigos nem sempre estao disponíveis; passam-se meses sem eles. É importante ter um estoque razoável destes materiais e estar atento quando o material aparece no mercado. Um funcionário da DER está incumbido desta tarefa. Todavia, a variedade do material de construção no mercado local é muito limitada e a DER precisa de os importar. Durante a segunda fase isto foi feito duas vezes. O projecto CWD encomendou material para a construção do protótipo e conseguiu do projecto USAID 10 toneladas de diverso material de construção. Até este momento (Junho 1984) várias organizações compraram 66 aerobombas comercialmente disponíveis.

Ouadro 3.4. - Aerobombas compradas por várias organizações

Ano	Organização	Tipo	Nó.	Tamanho da bomba
1976	Church World Service	Dempster 8'	25	2½"
1977	UNICEF	Dempster 14'	10	3"
1979	Embaixada do Canadá	Dempster 8'/12'	3	3",4"
1980	ICCO	S. Cross 25'	2	4"
1980	Projecto S.Antão-Holanda	S. Cross 25'	3	5",8",10"
1981	CWD - DGIS	Dempster 8'	8	2"-4"
		S. Cross 14'	4	3"-4"
1983	CWD - DGIS	S. Cross 17'	2	3"-4"
		S. Cross 21'	1	4"
		S. Cross 25'	8	3"-8"

Dessas 66 aerobombas, 37 foram instaladas, 29 estão guardadas em armazém e 8 estão a caminho. É absolutamente necessário ter tão grande estoque porque:

- a prática tem mostrado que o tempo decorrido entre a formulação do pedido e a chegada à DER é, pelo menos de um ano,
- a DER está sempre a preparar várias instalações ao mesmo tempo, porque quase todas são proteladas, algumas mesmo canceladas; isto depende da possibilidade de transporte inter-ilhas, das prioridades dos departamentos locais do MDR, da brusca mudança de potência da água subterrânea em alguns locais, da disponibilidade de dinheiro para pagar os mecânicos, da disponibilidade de cimento, etc.,
- a determinação do tamanho da aerobomba depende grande parte do vento e dos dados das águas subterrâneas, que muitas vezes faltam no momento em que as encomendas de aerobombas têm de ser feitas.

Contudo, dado o pequeno número total de aerobombas (cerca de 300) decidiu-se (ref. 4) importar apenas três tipos:

- de 3m (cerca de 10')
- de 5m (cerca de 17')
- de 8m (cerca de 25')

Durante a segunda fase, a DER fez os pedidos de aerobombas em colaboração com a CWD na Holanda. Isto tem causado vários equívocos e sérios atrasos na aquisição. No caso do projecto S.Antao - Holanda, a aquisição foi feita directamente pelo DGIS. Os moinhos foram instalados inutilmente durante mais de um ano, porque os tubos de elevação ainda nao tinham chegado. Decidiu-se que futuramente a aquisição seria feita directamente pela DER (ref. 4). O procedimento consiste nas seguintes medidas:

- a DER faz a relação baseada no catálogo do fabricante
- a DER pede um factura pró-forma
- a companhia envia a factura pró-forma e as condições de pagamento
- a DER confirma o pedido e informa a companhia do modo de pagamento; a organização financiadora abre letra de crédito
- a companhia confirma a compra.

Um dos motivos da demora da aquisição é o longo tempo necessário para o fabrico (3 a 4 meses), o transporte (2 a 3 meses) e os trâmites alfandegários. Os componentes da aerobomba muitas vezes permanecem durante 6 meses no porto, onde ficam sujeitos à corrosão pelo ar salgado (após algum tempo de permanência no convés, durante a viagem). Por várias ocasiões o projecto expôs as suas reclamações ao MDR àcerca deste entrave.

3.1.5. Algumas observações

Até agora deu-se ênfase ao melhoramento da qualidade de trabalho. Tentou-se obter uma estandardização no modo de instalar, método de trabalho e construção de peças, assim como na manutenção e reparação. Como a corrosão é o maior problema da manutenção, devia-se tentar deixar os guardas desempenhar uma função mais activa na manutenção. A limpeza do moinho e a lubrificação também deviam pertencer à sua tarefa, no futuro. Desta manei

ra, pode-se reduzir o custo da manutenção porque o supervisor de campo pode fazer o controlo mensal e as medições.
As despesas, devido à corrosão, serão mais baixas porque já ficou provado que com uma limpeza regular se prolonga o tempo de vida da pintura.
Tem de se preparar um curso para os guardas, provavelmente um em cada ilha e estes seriam escolhidos com a ajuda do departamento local do MDR.
Pouco se sabe ainda àcerca dc custo de uma avaria de manutenção. Apresentou-se uma primeira análise no relatório X, mas é necessário outra mais detalhada, incluindo a utilização da oficina, custa das pecas sobressalentes, etc.

3.2. Aerogeradores

3.2.1. Aerogeradores para bombagem de água

Na República de Cabo Verde a primeira opção para bombagem de água é, sem dúvida, por meio de aerobombas accionando uma bomba de êmbolo. Estes moinhos são baratos, fáceis de manter e têm a potência da produção local.
Há dois casos em que os aerogeradores com bombas electricas são mais convenientes:

- quando não existe um bom regime de vento no local onde tem o poço, pode-se instalar o aerogerador noutro local perto, com bom regime de vento, através de uma transmissão eléctrica que acciona uma bomba eléctrica submersível no poço ou furo.
- Quando uma bomba de êmbolo com um diâmetro máximo (definido pelo diâmetro do furo) não tira todo o caudal do furo, pode-se utilizar uma bomba eléctrica submersível, com um diâmetro relativamente pequeno.

De acordo com um estudo feito recentemente (Relatório XXII), o número total destas aplicações chegaria a 70.
O projecto UNDP, que começou em 1976, distribuiu 3 aerogeradores: a Turbina Eólica Bicycle Wheel, o Elektro WVG 50 G e um Darrius DAF. Os três foram destinados à bombagem de água mas, como se mencionou na Ref.5, bombas e geradores não ajustavam adequadamente um no outro.
A Turbina Eólica Bicycle Wheel já estava escangalhada em 1 de Julho de 1981 (peças de ventoinha torcidas e quebradas) e foi desmontada pela DER em Setembro de 1981.
Foi posta de lado a idéia de bombear água com o Elektro e o Darrieus e deu-se outro fim a estes aerogeradores (descrito em 3.2.2. e 3.2.3.).
Foi instalado o primeiro aerogerador Aerowatt 4100 FP 7 no Campo de Preguiça (São Nicolau) em 1980, que depois de algum tempo partiram-se as pás da ventoinha. Foi reparada em Agosto de 1981, juntamente com a instalação do segundo Aerowatt, também no mesmo local

Cada um destes Aerowatts acciona uma bomba submersível Grundfos através de uma caixa de controlo. Em Setembro de 1981 foi instalado um terceiro Aerowatt 4100 FP 7 em Achada Baleia, Santiago. Esta máquina acciona uma bomba DC de eixo vertical Guinard, por um rectificador e uma caixa de controlo.

O funcionamento destes 3 Aerowatts foi um grande problema para a DER.Todas as máquina enfrentaram várias avarias, das quais as mais frequentes foram:

- alternador queimado
- gasto dos rolamentos do alternador
- mau funcionamento dos interrupetores na caixa de controlo.

A DER tem várias vezes insistido com a fábrica da Aerowatt para analisar as causas das avarias, mas esta nunca atendeu ao pedido. Em vez disso a fábrica apenas substituiu os componentes danificados, os quais estão sujeitos a outra avaria, após alguns meses de funcionamento. Não se sabe se estas substituições são feitas com base na garantia da máquina ou pagas pela Cooperação Francesa.
Desde Abril de 1983 que a fábrica da Aerowatt não responde a nenhum pedido da DER, nem directamente, nem por intermédio da Cooperacao Francesa. Desde essa altura que o aerogerador da Achada Baleia não funciona. Das duas máquinas em São Nicolau, que estão a cargo da Cooperação Francesa, está, em média , uma em funcionamento. A Aerowatt parece ter prometido enviar 2 novos alternadores (desta vez de maior potência).
A DER é de opinião que a experiência dos últimos três anos mostrou nitidamente que nem a máquina, nem a fábrica são de confiança, e que, consequentemente, nenhum sistema de abastecimento em Cabo Verde se pode basear na Aerowatt. Nada se fez para manter as máquinas em funcionamento; é perda de tempo e de dinheiro que pode ser melhor empregue na aquisição de equipamento seguro.
Escreveu-se uma nota técnica (IX, no.12) sobre a experiência da Aerowatt na Achada Baleia; quando está em funcionamento, a média total do factor eficiência (peso líquido da água em elevação dividido pela potência do vento), nunca ultrapassou 0.03. Para aerobombas mecânicas, com a própria junção entre o moinho e a bomba, este factor pode ser 0.1).

Durante os dois últimos anos, o CWD-Holanda, desenvolveu um sistema de bombagem com bomba eléctrica submersível,da marca Grundfos, accionado por um aerogerador de 10.6m de diâmetro, marca Lagerwey-Van de Loenhorst. O Sr. Livramento, director da DER, visitou as instalações do campo de experiências na Holanda, em Novembro de 1983 e aprovou que o projecto CWD adquirisse esse sistema
Este sistema foi transportado para Cabo Verde e será aplicado na Achada Baleia, no antigo local do Aerowatt. Provávelmente este aerogerador irá servir dois furos ao mesmo tempo, FT 25 e FT 26, que ficam perto um do outro. Na extensão do projecto (3a. fase) estão previstos mais quatro destes sistemas, a serem fornecidos pelo projecto.

3.2.2. Sistema autónomo

Um sistema autónomo produz electricidade de voltagem e frequência constante, independentemente de qualquer rede. Consiste num ou mais aerogeradores, uma instalação diesel e um sistema de controlo. Dependendo da velocidade de vento disponível, pode funcionar de três maneiras:
- abastecimento de energia apenas pelo aerogerador
- abastecimento de energia pelo aerogerador e pelo gerador diesel
- abastecimento de energia apenas pelo gerador diesel.

Tal sistema tem o objectivo de economizar combustíveis. Desde que os siste-

mas autónomos se mostraram eficientes para a aplicação nas zonas rurais de Cabo Verde e desde que a tecnologia se tornou disponível, a DER e o CWD concordaram em que engenheiro consultores do DHV e CWD realizassem um estudo de viabilidade. Este estudo foi efectuado em Setembro de 1983 (ref. 6). O resultado é que, sob as actuais condições, a aplicação dos sistemas autónomos nao é economicamente viável porque os padrões de energia existentes nao sao favoráveis. Contudo, estes sistemas irão tornar-se viáveis, uma vez que serão instaladas cargas eléctricas adicionais, como arrefecimento, produção de gelo, dessalinização da água, telecomunicação e bombagem de água.
A equipa de estudo elaborou estudos sobre o caso da oficina da DER em Porto Novo e Sal Rei. A equipa de estudo propôs transferir o aerogerador Elektro de Monte Vaca, para a nova oficina da DER na Achada de São Filipe onde futuramente, juntamente com a instalação diesel, poderá servir como um projecto de demonstração de um sistema autónomo.
Desde Janeiro de 1984 que a electricidade para a oficina é fornecida quer pela instalação diesel (quando é necessário electricidade trifásica), quer pelo Elektro por meio de um acumulador e um inversor de voltagem (durante as horas sem trabalho das máquinas de alta potência e durante a noite para iluminação).
Na extensão do projecto está prevista a instalação de um sistema autónomo.

3.2.3. Aerogeradores com outras finalidades

No início da segunda fase a DER tinha, unicamente para produção de electridade, o Darrieus do projecto UNDP e o Aeropower do projecto de protecção vegetal da USAID. Mudou-se a finalidade do Darrieus para fornecer energia à experiência de armazenagem de batata (arrefecimento), enquanto o Aeropower forneceu electricidade ao depósito de protecção vegetal, através de um acumulador e de um inversor de voltagem.
Problemas frequentes com a caixa de controlo e com o motor de arranque do Darrieus levaram a DER a deixar de usar a máquina por algum tempo. Como esta máquina foi um protótipo distribuido à RCV, pode-se esperar problemas deste género, principalmente quando se tem de importar componentes electricos.
Sendo este o caso, a experiência de armazenagem de batata foi cancelada por enquanto.
O sistema Aeropower sofreu de mau funcionamento do inversor de voltagem; a fábrica enviou outro para substituição. Em Novembro de 1981 as pás do aerogerador bateram na torre. A fábrica enviou sobressalentes, contudo, sem as instruções pedidas de como regular o sistema de segurança. Além disso,soube-se em Agosto de 1982, que a fábrica do aerogerador tinha deixado de produzir. Apesar disto, o moinho foi reinstalado em Dezembro de 1982. Esteve em funcionamento até Abril de 1983, quando o catavento se partiu e o eixo da ventoinha apareceu inclinado. O Aeropower foi então desmontado.

Três, assim chamados, WESPs encontram-se actualmente em funcionamento e sob a manutenção da DER. O WESP é um aerogerador de 1m de diâmetro, projectado pelo CWD. O alternador utilizado neste modelo é um dínamo de cubo da

marca Sturmey-Archer. A potência eléctrica do aerogerador é apenas de 5 Watts, o suficiente para a iluminação de uma casa durante algumas horas da noite. O sistema consiste, além disso, de uma ponte rectificadora e uma bateria de carro para acumular e estabilizar a voltagem.
Estão em construção mais três WESPs.
O INC (Instituto Nacional das Cooperativas) mostrou interesse e a DER pediu ao INC que fizesse um estudo de mercado.

Quadro 3.5. - Aerogeradores instalados pela DER, 30 de Junho de 1984

Ilha	Moinho	Local	Observação
Santiago	Aerowatt	Achada Baleia	Fora de funcionamento
São Nicolau	Aerowatt	Campo de Preguiça	Inseguro
São Nicolau	Aerowatt	Campo de preguiça	Inseguro
Santiago	Elektro	Achada S. Filipe	Em funcionamento
Santiago	Darrieus	Achada S. Filipe	Fora de funcionamento
Santiago	Wesp	Achada S. Filipe	Em funcionamento
Santiago	Wesp	Pensamento	Em funcionamento
Santiago	Wesp	Tira Chapéu	Em funcionamento

3.3. A oficina

No início da segunda fase a DER estava situada num pequeno pátio com escritório e armazém, na Praia, próximo das alfândegas. As actividades consistiam apenas em soldagem, perfuração e rebarba. Já na primeira fase a DER tinha começado um projecto bilateral com a USAID que forneceu materiais e equipamento. A oficina foi destinada,em primeiro lugar, à manutenção e reparacao (de aerobombas) e, em segundo lugar, ao desenvolvimento de protótipos para produção local.
O financiamento da construção da oficina foi incluído na segunda fase do projecto holandês CWD. Infelizmente o início da construção teve um atraso considerável, devido a razões burocráticas. O contrato entre Cabo Verde e os Países Baixos só foi assinado em Fevereiro de 1982, e o contrato entre o MDR e o emprenteiro, a Cooperativa de Construcao Civil, levou também alguns meses.
Finalmente, as obras civis começaram em Julho de 1982 na Achada de São Filipe, próximo dos edifícios de alguns departamentos do MDR (Reflorestação, Melhoramentos Rurais, Cconservação de Solos e Água). O Director dos Melhoramentos Rurais foi nomeado engenheiro de controlo; na prática, contudo, a inspecção diária foi feita pelos funcionários superiores da DER.
De acordo com o contrato, a contrução devia estar concluída dentro de um ano. Todavia, a data do acabamento foi só a 19 de Novembro de 1983. Esta demora foi aceite pelo MDR, porque a DER tinha pedido algumas modificações e alargamentos durante a construção.
A inauguração da nova oficina foi realizada no dia 19 de Novembro de 1983, pelo Ministro da República de Cabo Verde, na presença do Ministro do MDR, Secretário de Estado de Cooperação e Planeamento, Embaixador dos Estados

Unidos e outras entidades oficiais.
A construção da oficina custou 15.000 contos, ou seja 600.000 Florins holandeses
A aerquitectura do edifício é agradável à vista e oferece um bom ambiente de trabalho (texto da ref. 22).

A oficina consiste em:
- um pátio de 800m2 com um fosso de lubrificação
- um armazém de 92m2 para equipamento e material
- um armazém de 100m2 ao ar livre
- um armazém de 46m2 para ferramentas
- uma sala de 92m2 para máquinas
- uma sala de 92m2 para trabalhos de banco
- uma área de 53m2 para forjadura e fundição
- uma sala de desenho de 25m2
- uma sala de meteorologia e aparelhos de 19m2
- uma sala de 19m2 para o director e técnicos
- uma secretaria e biblioteca de 20m2
- um quarto de guarda, cantina, vestiário e quartos de banho.

Como se mencionou anteriormente, os materiais, equipamentos e ferramentas foram obtidos sobretudo do projecto USAID.
Principais máquinas e ferramentas:
- um torno mecânico
- um engenho de furar de coluna
- uma máquina de esmerilar
- uma fresadora vertical
- uma prensa hidráulica
- uma máquina de soldar eléctrica
- uma máquina de soldar eléctrica móvel (com motor diesel)
- máquina de soldadura autogénea
- uma guilhotina
- uma máquina de curvar
- uma máquina de dobrar
- um compressor ligado a uma rede de ar comprimido em toda a oficina
- uma forja
- um equipamento de fundição
- um jogo de ferramentas manuais
- um equipamento para manutenção e controlo de baterias
- ferramentas parra manutenção e reparação de automóveis
- um gerador diesel de 50 kVA

O fornecimento de energia eléctrica da oficina da DER é através de:
- gerador diesel de 50 kVA durante a hora de expediente
- sistema inversor de bateria Elektro de 3 kVA (futuramente de 10 kVA) apenas para a secretaria e para iluminação à noite.

A aquisição dos materiais roubou muito tempo aos funcionários do projecto. Nao só todas as especificações tinham de ser feitas, como também do próprio-

processo de aquisição surgiram vários problemas que muitas vezes estavam fora do controlo da DER:

- a USAID nao tem um encarregado de compras na Praia
- a actual aquisição foi feita pela AAPC em Nova York, baseada nas listas da DER, o que originou problemas de comunicação
- diferenças nos padrões americanos e europeus; isto diz respeito aos tamanhos polegada-métrica e à especificação da rede eléctrica
- de acordo com os regulamentos da AID, as viagens de navio tinham de ser feitas com portadores da bandeira americana; isto implicava tranbordo em Lisboa, sem comunicação de reembarque
- uma quantidade de materiais foi mal embalada (enquanto eram cobradas "embalagens em condições de navegar") levando a prejuízos e perdas
- o último risco é a burocracia alfandegária que é comum a todas as aquisições em Cabo Verde.

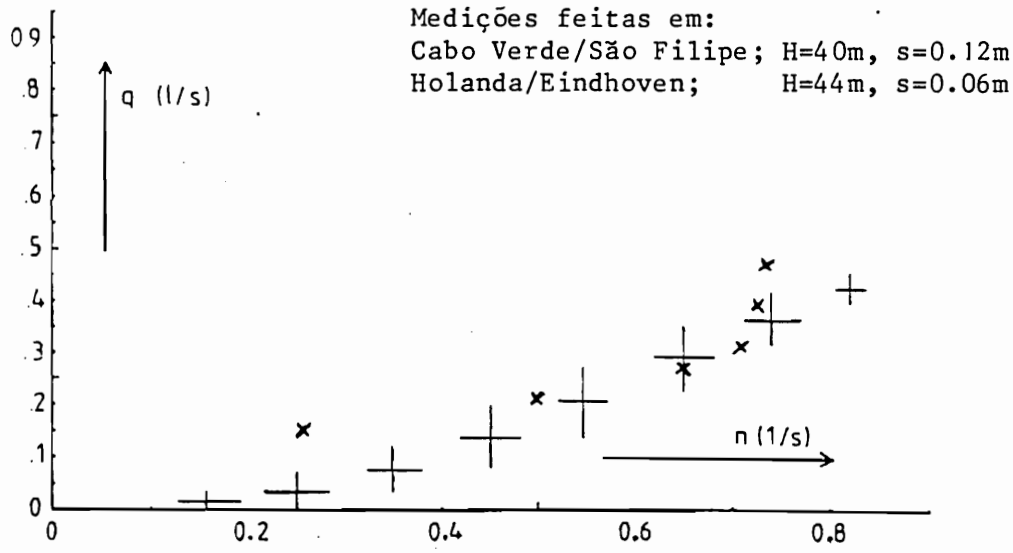
O relatório técnico XXIV no. 10 é o último relatório de materiais recebidos da USAID.

3.4. Protótipo de produção local

Desde o início das actividades da DER que existiu a idéia de substituir as dispendiosas aerobombas importadas por outras produzidas localmente. A ref.2 mostra algumas vantagens:

- economia em divisas
- criação de empregos
- nenhum problema em obter peças sobressalentes.

O CWD projectou, em colaboração com a DER, uma aerobomba de 5m de diâmetro que funciona em altos regimes de vento. Este moinho, o CWD 5000 HW ou EMIDERI-1, foi primeiro construido nos Países Baixos e mais tarde em Cabo Verde, por mecânicos da DER. O protótipo caboverdiano foi instalado na Achada de São Filipe, em Junho de 1983.
Tanto em Cabo Verde como nos Países Baixos realizaram-se medições de rendimento.
A figura 3.2. apresenta algumas medições.



H: altura de bombagem
s: curso do êmbolo

Figura 3.2. Medições de rendimento de CWD 5000 HW
As medidas feitas na Holanda encontram-se na ref. 27

Na nota técnica no. XVI, no. 12, foram descritas as experiências com o primeiro protótipo. O custo da produção foi calculado em 168.000 Escudos caboverdianos, o que é pelo menos 3,5 vezes mais barato do que uma aerobomba comercial do mesmo tamanho.
O CWD desenvolveu recentemente o CWD 5000 LW, adaptado para regimes de vento médios. Baseando-se nas experiência com ambos os moinhos e os resultados de uma curta missão realizada por consultores do CWD (ref. 7 e 8) ficou decidido mudar para o 5000 LW.
As razões foram:

- o LW é o novo protótipo CWD de 5m de diâmetro e todos os melhoramentos resultantes da aplicacao em outros países desenvolvidos podem também ser utilizados em Cabo Verde
- o LW pode ser parado ao nível do chão, o HW não
- a altura da torre do LW é de 12m, enquanto a do HW é apenas 6m. A torre de LW é aparafusado e a do HW é soldado.
- o golpe máximo do LW é maior (200 mm versus 120mm).

O protótipo HW existente na Achada de São Filipe será desmontado e no mesmo sítio será instalado um LW fabricado na Holanda durante o segundo semestre de 1984. Entretanto será construido um segundo LW na oficina da DER, possivelmente em colaboração com uma oficina em São Vicente.

3.5. Anemometria

3.5.1. Introdução

Ao seleccionar um moinho adaptável a um determinado local, deve-se ter em

conta que um dos factores principais é o vento. Isto porque em Cabo Verde existem Achadas e Ribeiras com grau de variedades de regime de vento e nem todos favoráveis ao bom funcionamento de um moinho.
A secção de anemometria da DER obteve gradualmente o equipamento necessário para colher e elaborar dados sobre o vento. No final da segunda fase o equipamento de anemometria consistia em:

- 2 anemómetros Casella (medidores do percurso do vento)
- 1 anemómetro Lambrecht
- 8 registadores automáticos MS 778 Aeolian Kineties
- cerca de 30 anemómetros Maximum WPa-10 para serem utilizados com o MS 778, assim como os sistemas WP 4000
- 1 microprocessador AIM 65 de Rockwell, adaptado pela Aeolian Kineties
- 15 anemómetros WP 4000 Aeolian Kineties.

O anemómetro foi emprestado ao projecto AGRHYMET. As três estações de medição Aerowatt nunca produziram dados ceros; os dados eram registados numa cassete que tinha de ser tratada em França. A Aerowatt informou que as cassetes nao continham dados gravados. O problema não foi possível resolver pelo técnico da Aerowatt que visitou a DER. Entretanto, como os medidores de vento tinham sofrido várias avarias mecânicas e a Aerowatt não respondeu a nenhum pedido da DER, a DER decidiu pô-los de parte e substituí-los por anemómetros mais seguros. Os sistemas WP 4000 e MS 778 estão em funcionamento desde meados de 1982. Os problemas enfrentados durante a familiarização com estes anemómetros causaram algumas perdas de dados.

3.5.2. Local dos anemómetros

A estação meteorológica do aeroporto da Praia está bem exposta aos ventos predominantes e tem uma quantidade relativamente considerável de dados sobre vento de vários anos. Por isso esta estação do Serviço Meteorológico Nacional tem sido utilizada pela DER como ponto de referência. São enviadas todos os meses à DER cópias dos registos de velocidade média por hora do vento o que a DER agradece bastante.
A estação fica situada numa Achada e o vento é medido a uma altura de 6m. Se acontecer os locais terem uma boa correlação com a Praia, são suficientes períodos relativamente curtos de medição para predizer o regime de vento nesses pontos.

Estações de medição da DER

A DER efectuou durante esta segunda fase, medições de vento nos seguintes locais:

Quadro 3.6. - Medições de vento pela DER em 1981-1984

Local	Anemómetro	Período
1. Achada S.Filipe, T.	MS 778	Maio 1982
2. Achada Lém, T.	MS 778	Setembro 1982-Julho 1983
3. Salineiro, T.	MS 778	Dezembro 1982-Abril 1983
4. Ribeirão Manuel, T.	Stewart	Setembro 1982-Janeiro 1983
5. Achada Baleia, T.	Casella	Março 1982 -Julho 1984
6 Torre Aeropower, S.Filipe	WP 4000	Julho 1982 -Outubro 1982
7. No topo do Darrieus, S.F.	WP 4000	Novembro 1982-Dezembro 1982
8. Torre Southern Cross,S.F.	WP 4000	Julho 1982 -Agosto 1982
9. Próximo do Dempster 8', S.F.	WP 4000	Dezembro 1982-Janeiro 1983
10. Tarrafal, Chão Bom	Casella	Setembro 1982-Dezembro 1984
11. R. Saltos, Achada Laje	WP 4000	Março 1983 -Abril 1983
12. Flamengos (poço)	WP 4000	Maio 1983 -Agosto 1983
13. R. Sao Miguel (poço)	MS 778	Dezembro 1983-Maio 1984
14. R. Saltos, Margosa	MS 778	Dezembro 1983-Julho 1984
15. Tarrafal, Vila	Aerowatt	Março 1982 -Março 1983
16. Tarrafal, Achada Grande	Aerowatt	Março 1982 -Março 1983
17. Tarrafal,Ribeira Grande	WP 4000	Setembro 1983-Dezembro 1983
18. Tarrafal, R.Grande, SST 28	WP 4000	Maio 1984 -Julho 1984
19. Tarrafal, A.Grande	WP 4000	Maio 1984 -
20. São Miguel, FT 35	WP 4000	Maio 1984 -Julho 1984
21. Saltos, FT 47	WP 4000	Abril 1984 -Julho 1984
22. Flamengos,próximo do Dempster	WP 4000	Abril 1984 -Julho 1984
23. Flamengos,próximo do S.Cross	WP 4000	Abril 1984 -Julho 1984
24. Ribeirão Chiqueiro, FBE 53	WP 4000	Dezembro 1983-Março 1984
25. Santo Antão, Ribeira Grande	WP 4000	

Obs: A altura das medições é de 12m.
Os anemómetros nas Ribeiras são retirados antes da época das chuvas.

3.5.3. Elaboração de dados

Aeroporto da Praia

As velocidades horárias do vento são introduzidas "manualmente" (por dactilografia) no microprocessador AIM 65 e guardadas em cassete. O programa da DER "PRAIA" calcula a distribuicao de frequência mensal, a média da velocidade do vento e o factor padrão de energia K_E. Serão dados mais detalhes na 2a. Parte deste Relatório, Capítulo 12.

MS 778

Primeiro os dados têm de ser transferidos da memória do MS 778 para o microprocessador AIM 65. Isto é feito por um programa interno do microprocessador. Este programa também se encarrega de que os dados sejam registados na cassete. Quando são necessários dados para elaboração, outro programa interno transfere os dados da cassete para a memória do AIM 65. Os dados são então elaborados com o programa da DER CLASE a fim de se obter a distribuição de frequência mensal. O programa também calcula a média mensal da velocidade do vento e o factor padrão de energia K_E. Existe um manual de instruções (XVI, no. 3).
Os programas são também registados em cassetes para outros fins.

WP 4000

Este tipo de equipamento regista o percurso do vento. Geralmente os guardas fazem duas leituras por dia, às 6 e às 18 horas. Desta maneira obtem-se a média nocturna e diurna das velocidades do vento. Os cálculos são feitos à mão, no escritório.
A fim de comparar rápidamente as médias de 12 horas do WP 4000 com as da Praia e do Ms 778, a DER desenvolveu o programa PNODI que calcula a média de 6-18 horas e 18-6 horas, da Praia e do MS 778.

Documento Weibull

Este documento (elaborado pelo CWD) permite uma rápida leitura sobre que tipo de regime de vento, usando o modelo matemático de distribuição Weibull, ou seja, distribuição de frequência da velocidade do vento. Assim pode-se obter uma distribuição efectiva para um determinado local. Este modelo permite também fazer uma comparação entre dois regimes de vento diferentes, usando os factores K e c (respectivamente, forma e escala de distribuição Weibull)). Ver Capítulo 12.

Correlação estatística

A comparação dos dados de duas estações de medição do vento pode ser feita calculando o factor de relação e correlação por regressão linear. Isto pode fazer-se para a velocidade média do vento, factor padrão de energia, assim como para factores Weibull (K e c).

3.5.4. Algumas observações

O equipamento de anemometria que a DER tem à sua disposição satisfaz, em geral, os objectivos. Com o WP 4000 ocorrem alguns perigos com as más ligações eléctricas, mas provavelmente isso será resolvido.
Os anemómetros Maximum WPA-10 indicam sistemáticamente um valor 0.5 m/s mais baixo (ref. 9). Além disso todos os dados obtidos com estes anemómetros deviam ser aumentados 0.5 m/s. Também parece ser necessário calibrar os anemómetros cada semestre porque a poeira é muito abundante em Cabo Verde.
A DER mencionou por duas vezes, nos relatórios VI e XVII, as actividades sobre medições do vento.
Análises da estação da Praia mostram que se podem distinguir 3 períodos com potências diferentes nos ventos, durante o ano:

- período 1: de Janeiro a Maio : $P > 300$ Watts/m2
  (P é a potência no vento)
- período 2: de Julho a Setembro : $P < 200$ Watts/m2
- período 3: Junho,Outubro a Dezembro : $200 < P < 300$ Watts/m2

Os períodos podem ser também caracterizados com factores Weibull:

- período 1: $K \geq 3$ e $c \geq 30$ Km/hora
- período 2: $K < 3$ e $c \leq 30$ Km/hora
- período 3: $K \geq 3$ e $c \leq 30$ Km/hora

Os factores de correlação entre duas estações parecem ser diferentes para diferentes períodos.

3.6. Medições de rendimento

A fim de seleccionar a aerobomba adaptável a um determinado local, é necessário fazer predições mais ou menos seguras das potências das aerobombas. As medições de rendimento constituem o instrumento necessário para se fazer isso.
As actividades relativas ao rendimento de aerobombas, segundo a DER, podem dividir-se em três partes:

- teoria
- potência versus medições da velocidade do vento
- medições de rendimento a longo prazo.

Em seguida será apresentada uma descrição destas actividades e as medições e suas análises serão tratadas no Capítulo 3 da segunda parte.

3.6.1. Teoria

No início da segunda fase as predições teóricas de rendimento das aerobombas Dempster de 8' e 14' estavam disponíveis. Este trabalho foi feito por Van Meel (ref. 10). As predições são baseadas nos cálculos aerodinâmicos da ventoinha, distribuição anual da velocidade do vento do aeroporto da Praia, em 1978 e no modelo de cálculo de rendimento.

Essas predições foram aperfeiçoadas durante a segunda fase (Relatório VI), utilizando os dados de vento da Praia de 1975 a 1981, e apresentando predições de rendimento para os regimes de vento tanto da Achada como da Ribeira. Além disso, baseados nas exeperiências de campo, nos dados do fabricante e nas duas predições acima mencionadas, estão apresentados nos gráficos o rendimento de todas as aerobombas utilizadas pela DER, o que está sendo utilizado na selecção de locais. Estes gráficos serão apresentados na 2a. Parte, Capítulo 13. Pode-se encontrar a explicação destes gráficos no documento de selecção de locais (Relatório XXI)
Além desta teoria sobre aerobombas mecânicas, foi feita uma análise do sistema do aerogerador Aerowatt-Guinard na Achada Baleia (Relatório IX, no.12).

3.6.2. Potência versus medições de velocidade do vento

De acordo com as recomendações do IEA, a potência da curva de velocidade do vento de uma aerobomba devia ser medida com intervalos de 10 minutos. Primeiro escreveu-se uma nota técnica sobre como efectuar estas medições (VI, anexo 6.3.). Como ilustração foram apresentados alguns ensaios de rendimento do Dempster de 14' na Achada de São Filipe (altura manométrica-40m). O rendimento total não ultrapassou 0.04 (o rendimento total é definido neste último relatório como força líquida da água bombeada dividida pela potência no vento).
Em segundo,lugar efectuou-se um número considerável deste género de ensaios no Dempster de 18' na Achada de São Filipe e foram mencionadas e analisadas numa nota técnica (XXIV, no.3). As conclusões são:

- o rendimento actual é 25% mais baixo do que o calculado por Van Meel (ref. 10)
- o rendimento máximo total com a carga actual, isto é uma velocidade do vento projectado de V_d=5.5 m/s, é de 0.10
- o rendimento total na base anual (calculada com a curva da velocidade do vento e com a distribuição da velocidade do vento do aeroporto da Praia) é de 0.045 para os regimes de vento da Achada ($\bar{V}_{anual}$=6.5m/s) e de 0.07 para os regimes de vento da Ribeira ($\bar{V}_{anual}$=4m/s).

Evidentemente, estes rendimentos totais podem ser melhorados aumentando o V_d para os regimes de vento da Achada e diminuindo o V_d para os regimes de vento da Ribeira. Contudo, cálculos de resistência de transmissao mostraram que a velocidade projectada máxima para um Dempster de 8' é de 5,8 m/s e para um Dempster de 14' é apenas de 3.8 m/s, tendo ambos uma carga bem projectada.
Em terceiro lugar, realizaram-se algumas medições no protótipo instalado na Achada de São Filipe. Estas medições parecem confirmar medições idênticas feitas pelo CWD no protótipo em Eindhoven, mas o número delas nao é suficiente para se tirar uma conclusão sólida.

3.6.3 Medições a longo prazo

Estas medições foram realizadas da maneira mais simples (e por isso não muito exactas), ou seja, lendo o contador de água todos os meses e tirando a velocidade de vento mensal de um anemómetro próximo. como os contadores de água só foram instalados no final de 1983 (nas aerobombas sem guarda não se

instalou e alguns contadores estragaram-se depois de pouco tempo), apenas muito poucas destas medições estão disponíveis. As leituras dos contadores de água são tiradas das folhas de manutenção mensal.
Todas as medições disponíveis estão de acordo com os gráficos de rendimento desenvolvidos pela DER (ver 2a. parte, Capítulo 13).
As medições de rendimento a longo prazo do Aerowatt, na Achada Baleia, revelaram que o total nunca ultrapassou 0.03.

3.7. Selecção do local

"Selecção do local" significa todas as actividades preliminares necessárias para escolher o equipamento de bombagem mais conveniente para um determinado local. Este processo de selecção do local é muitas vezes complicado devido às condições específicas de Cabo Verde.
As condições específicas são:

- Regime do vento:
  Cabo Verde tem geralmente um regime de vento muito favorável e é dominado, durante 9 meses por ano, pelos ventos alísios do nordeste.
  A velocidade média anual na Praia é de 6,7 m/s numa altura de 8m; a média mensal mais elevada é em Marco, com 7,8 m/s e a mais baixa é em Agosto, com 4,8 m/s.
  O factor K da fórmula Weibull varia entre 3.9 em Março e 2,1 em Setembro. Contudo, para a selecção do local é muitas vezes necessário realizar medições a curto prazo e obter correlações com as poucas estações meteorológicas.

- Viabilidade da água:
  devido à grande variedade e súbitas mudanças nas camadas geológicas, é difícil predizer a quantidade e qualidade da água do subsolo. Além disso, algumas áreas sofrem do perigo de infiltração da água do mar.

- Características do poço ou furo:
  os testes de bombagem são muitas vezes difíceis de interpretar e extrapolar porque há 15 anos que a precipitação tem sido menos do que o normal.

- Análise e predição das necessidades de água para uso doméstico e/ou irrigação:
  O governo de Cabo Verde procura fornecer 30 litros por dia a cada pessoa, como objectivo a curto prazo.

- Medições de campo do rendimento das aerobombas utilizadas pela DER:
  no momento (aguardando a produção local), estes moinhos são os Dempster de 8' e 14' e os Southern Cross de 21' e 25'. As medições mostraram que a potência líquida fornecida por estes moinhos não ultrapassa 0,075 x a área da ventoinha x a velocidade média anual ao cubo ($0,075 \times A \times V^3$).

- Escolha do equipamento a ser instalado:
  isto diz respeito ao diâmetro da ventoinha e ao diâmetro e curso da

bomba. Esta escolha é baseada nos resultados das análises acima mencionadas.

Durante a segunda fase desenvolveu-se gradualmente um processo mais ou menos consistente. Este processo só muito recentemente foi descrito (Relatório XXI). Além dos aspectos acima mencionados, pareceu ser necessário desenvolver uma estratégia, ou antes estratégias, de como fazer um uso sensato da água bombeada. Esta estratégia será brevemente tratada no Capítulo 5 (Finalidades) e mais detalhadamente na Segunda Parte, Capítulo 14 (sobre a selecção de locais).
A parte mais comum deste processo, isto é, que leva à escolha do tipo e tamanho do equipamento, tem sido utilizada na revisão de potência da aerobomba por energia eólica (Relatório XXII), o que foi feito durante os últimos meses da segunda fase. Este revisão será tratada no Capítulo 4.
Pensa-se que com estes dois relatórios (XXI e XXII) o projecto criou uma derectriz para futuras instalações e, naturalmente, quanto a debates ainda pode e deve ser aperfeiçoado.
No quadro a seguir está apresentada a selecção de locais feita durante a segunda fase.

Ouadro 3.7. - Selecção de locais feita durante a 2a. fase

Ilha	Local	Equipamento escolhido
Santiago	Achada de S.Filipe, FT 173	Dempster 14'
Sal	Horta	Dempster 8'
Santiago	Ribeira de Flamengos, FT 5	Dempster 14'
Boavista	Poço de Rabil	Dempster 14'
Boavista	Bala,Ribeira de Rabil, BSP 3	Dempster 8'
Boavista	Fogão,Ribeira de Rabil, BSP 4	Dempster 8'
Boavista	Ribeira Preta, BF 7	Dempster 8'
Boavista	Ribeira Larga, BF 8	Dempster 8'
Boavista	Fundo das Figueiras, BF 18	Dempster 14'
Santiago	Salineiro, FBE 2	Southern Cross 21'
Maio	Figueira Horta, MF 2	Southern Cross 25'
	Ribeira Saltos	Identificados cerca de
Santiago	Ribeira Flamengos	10 poços que podem ser equi-
	São Miguel	pados com aerobombas
Santiago	Vários locais	Projecto piloto para irri-
		gação com aerobombas
Santiago	Ribeira Saltos,Achada Laje	Dempster 14'
Santiago	Ribeirão Manuel, FT 223	Dempster 14'
Santiago	Achada de S.Filipe, FT 176	Protótipo CWD 5000 HW
Santiago	Flamengos, poço	Southern Cross 25'
Santo Antão	Mamanha, Rib. Figueiral	Southern Cross 25'
Santo Antão	Boca Ribeirinha Jorge,Rib.Torre	Southern Cross 25'
Santo Antão	Boca de L. de Gueme, Rib. Torre	Southern Cross 25'
Santo Antão	Porto Novo, FA 2	Southern Cross 25'
Santo Antão	Porto Novo, FA 11	Southern Cross 25'
Santo Antão	Ribeira Torta, FA 15	Southern Cross 25'
Maio	Pedro Vaz, MF 11	Dempster 12'
Maio	Barreiro, MSP 14	Dempster 8'
Maio	Alcatraz, MF 9	Dempster 8'
Santiago	Ribeirão Chiqueiro, FBE 53	Southern Cross 25'

Note-se que nem todos os locais escolhidos foram porém equipados:

- as instalações previstas em Boa Vista foram adiadas por motivo de abaixamento de nível de água por infiltração da água do mar. Aí não chove desde 1980. Em Sal Rei, o principal centro populacional de Boa Vista, é necessário instalar uma unidade de dessalinização.
- O projecto piloto para irrigação ainda não começou. Propõem-se utilizar agora o Southern Cross de 25', na Ribeira de Flamengos, para este fim.
- As aerobombas para Santo Antão (a serem financiadas pelo projecto bilateral Santo Antão-Holanda), ainda não foram encomendadas.
- Em Figueira Horta, Maio, a preferência foi dada à motobomba porque a maior aerobomba que a DER possui neste momento não tem força suficiente para bombear a produção do poço.

- Em Barreiro, Maio, quando a cobertura de cimento do furo foi retirada para se iniciar a instalação, verificou-se que o poço estava completamente seco.

O quadro a seguir apresenta os locais prontos, ou quase prontos, para instalação.

Ouadro 3.8. - Locais possíveis para instalação de aerobombas de Julho de 1984 a Junho de 1985

Local	Equipamento preliminar	Feito o estudo do local?
Rib. torta, FA 2, A.	Southern Cross 25'	Sim
Praia Baixo, FT 99, T.	Dempster 14'	Não
João Varela, FT 200, T.	Dempster 14'	Não
Palmarejo, FT 117, T.	Southern Cross 17'	Não
Rib. de Charco FT 217, T.	Dempster 8'	Não
Rib. Grande, SST 28, T.	Dempster 14'	Não
Chico Vaz, MF 16, M	Southern Cross 25'	Não
Lagoa, SPM 15, M.	Southern Cross 17'	Não
Rib. Corujinha, FA 2, A.	Southern Cross 25'	Sim
Rib. Corujinha, FA 11, A.	Southern Cross 25'	Sim
Rib. Rabil, BSP 3, B.V.	Dempster 8'	Sim
Rib. Rabil, BSP 4, B.V.	Dempster 8'	Sim
Rib. Larga, BSP 8, B.V.	Dempster 8'	Sim
Rib. Preta, BF 7, B.V.	Dempster 8'	Sim
Campo de Serra, BF 11, B.V.	Dempster 14'	Sim
Campo de Serra, Bf 12, B.V.	Dempster 14'	Sim
Horta, poço, S.	Dempster 8'	Sim
Flamengos, poço(s), T.	Southern Cross 25'	Não
Amargosa, poço, N.	Dempster 8'	Sim
Recanto, FN 50, N.	Dempster 8'	Não
Campo de Preguiça, FN 9, N.	Southern Cross 25'	Não
Campo de Preguica, FN10, N.	Southern Cross 25'	Não
Maria Palinha, FN 35, N.	Dempster 8'	Não
Maiama, FN 16, N.	Dempster 8'	Não
Vila Rib. Brava, FN 13, N.	Dempster 8'	Não
Lameirão, FV4, V.	Dempster 14'	Não
Madeiral, FV17, V.	Dempster 14'	Não
Madeiral, FV21, V.	Southern Cross 17'	Não
Ribeira Julião, FV22, V.	Southern Cross 25'	Não

3.8. Actividades não-eólicas

No início da segunda fase, começaram as seguintes actividades nao eólicas:
- Instalação da bomba solar SOFRETES que só foi usada pouco tempo.
- Um pequeno destilador solar (2 m2) esteve em produção na Achada de São Filipe. A água destilada foi utilizada para baterias.
- Um fogão solar tipo espelho esteve em uso com irregularidade, em casa do guarda, na Achada de São Filipe.
- Foram feitos esboços para um fogão a lenha e um aquecedor de água solar.
- Foi feito um esboço para uma pequena instalação de biogás tipo indiano, no centro de São Jorge, Santiago.
- Ficaram prontos os desenhos de um destilador solar de 67 m2 em Ponta Cais, Maio.

As realizações neste campo, durante a segunda fase, são as seguintes:
- tem sido feita a manutenção do destilador solar de 2 m2 na Achada de São Filipe que está ainda em funcionamento. A água destilada é utilizada pela DER e Variante. O destilador foi equipado com um dispositivo para facilitar o escoamento dos resíduos.
- O fogão solar foi destruído por violentas rajadas de vento.
- Foi feito um dos fogões a lenha mas, o guarda na Achada São Filipe não o utiliza.
- Foi instalado o sistema de biogás, mas até agora nunca funcionou e uma das razões, segundo o perito em biogás, é que o projecto é inadequado.
- A construção do destilador em Ponta Cais, não foi iniciado por falta de alguém capaz e disposto a supervisionar.

No fim de 1982 a DER resolveu deixar as actividades não-eólicas por falta de tempo e de mão-de-obra. A prioridade foi sempre energia eólica e suas aplicações. Consequentemente, o equipamento solar fornecido à DER pelo projecto USAID foi transferido para o INIT (Instituto Nacional de Investigação Tecnológica). Espera-se que este instituto possa dedicar mais tempo a estas aplicações, algumas das quais podiam tornar-se muito importantes para a RCV (por exemplo, os fogões a lenha).

Em meados de 1983, a pedido do Ministro do MDR, a DER fez uma proposta de projecto para uma pequena unidade de dessalinização (60 m3/dia), destinada ao abastecimento de água à população de Sal Rei, Boa Vista (Relatório XVI, no. 11). Depois da aprovação pelo Concelho de Ministros da RCV, ficou decidido que a execucao será feita sob a responsabilidade da Secretaria de Estado de Energia e Indústria. A DER prestará assistência quando fôr necessário. Sobretudo a possibilidade de se utilizar, no futuro, um sistema autónomo (parágrafo 3.2.2), é muito interessante.
Como uma parte da assistência técnica é financiada pelo projecto USAID, o sr. C.F.Kooi realizou uma missão (Abril a Agosto de 1983) para investigar as aplicações da energia solar em Cabo Verde (ref. 12). Embora o seu trabalho tenha sido feito sob a responsabilidade do INIT, os técnicos da DER deram-lhe completa assistência. A sua principal conclusão foi que - embora as

aplicações de energia eólica devessem ter prioridade - existem e deviam ser investigadas as possibilidades de se utilizar energia solar (através de recipientes contendo água com um certo grau de salinidade), fogões a lenha, geradores de electricidade fotovoltaica e sistemas eléctricos de dessalinização de água, movidos pela combinação de energia eólica, solar ou por combustão.

4. PESSOAL E ORGANIZAÇÃO

4.1. Pessoal

4.1.1. Técnicos

A 1 de Julho de 1981, os técnicos da DER consistiam em:
- Sr. Fonseca, director, engenheiro electrotécnico
- Sr. Monteiro, engenheiro técnico agrário
- Sr. Teixeira, electrotécnico

O simples facto de que nenhum destes técnicos estava ainda a trabalhar com a DER a 30 de Junho de 1984, só explica um dos problemas básicos da DER durante a segunda fase: insuficiência de técnicos caboverdianos devido à falta geral de técnicos qualificados em Cabo Verde, uma situação que está melhorando lentamente.
Durante a 2a. fase foram feitas as seguintes mudanças:
- o sr. Fonseca foi transferido, em Agosto de 1981, para outro Ministério, ficando o sr. Monteiro como director interino.
- O sr. Monteiro deixou a DER em Maio de 1982 e o sr. Teixeira passou a ser o director interino.
- Em Fevereiro de 1983 o sr. Livramento foi nomeado director da DER (terminou os seus estudos em física em Dezembro de 1982, no Brasil) e foi, em 1977, um dos fundadores da DER.
- Em Maio de 1983 o sr. Teixeira foi transferido para o INIT.
- Em Novembro de 1983 o sr. Cardoso (engenheiro técnico agrário) começou a trabalhar para a DER como responsável dos serviços Administrativos.
- Em Maio de 1984 o sr. Ferreira (engenheiro mecânico) começou a trabalhar para a DER.
- O sr. Versteegh (engenheiro mecânico, cooperante, consultor do CWD) trabalhou durante a segunda fase, para a DER.
- O sr. Van Meel (físico, cooperante, perito do DGIS), que esteve na DER durante toda a primeira fase, deixou de trabalhar em 1 de Novembro de 1981.
- O sr. Pieterse (engenheiro electrotécnico, cooperante, consultor do CWD) começou a 15 de Setembro de 1981 e ficará na DER até 1 de Outubro de 1984.

A falta e a descontinuidade de técnicos caboverdianos dificultaram seriamente, não apenas o progresso do projecto, mas também a sua implementação. A assistência técnica estrangeira terá de durar mais tempo do que os 5 anos previstos em 1981.
Principalmente a falta de um engenheiro mecânico atrasou praticamente toda a transferência de tecnologia sobre o modelo de aerobomba e tecnologia de produção local e, consequentemente, atrasou a introdução e desenvolvimento de protótipos para produção local.
Ainda falta um engenheiro electrotécnico nacional, mas prometeu-se nomeá-lo antes do final de 1984.
A direcção do projecto discutiu com o MDR e com a Secretaria de Estado de Cooperação e Planeamento em várias ocasiões, a falta de técnicos. Contudo,

as perspectivas no final da 2a. fase (3 técnicos nacionais a trabalhar para a DER e 1 prometido) são boas.

4.1.2. Técnicos de nível profissional

Durante os primeiros dois anos da segunda fase, não se sentiu a necessidade de ter técnicos de nível médio. O número do pessoal era relativamente pequeno (15) e também todas as vantagens do curso no local de trabalho tiveram de ser dedicadas ao pessoal de nível executivo porque mecânicos com experiência em aerobombas são, logicamente, muito raros.
Lentamente, com mais pessoas e mecânicos treinados disponíveis e com a nova oficina em funcionamento, a necessidade e possibilidades estimularam a criação de mais técnicos de nível profissional.

- supervisor de oficina: para esta função foi nomeado o sr. C.Costa, em Novembro de 1983 que já trabalha na DER desde 1978.
- Supervisor de campo: a ser escolhido dentre os mecânicos qualificados da DER. Esta escolha tem sido adiada porque:
  - alguns dos mecânicos frequentarão o curso em Setembro de 1984
  - o trabalho de manutenção provavelmente será diferente do anterior (ver 3.1.5.) e além disso não se pode fazer a especificação do trabalho
  - ainda não foi tomada a decisão se as bombas a motor serão integradas ou não na DER.
- Supervisor de campo e logística, responsável pelas seguintes tarefas:
  - compilação de todos os dados para preparação de novas instalações
  - toda a logística da DER
  - parque de anemómetros e leituras
  - inspecção do equipamento já instalado que nao esteja directamente sob a manutenção da DER.
    Candidata para esta função é a Maria de Lourdes Moreira, aprendiz-mecânico, que está sendo treinada no próprio local de trabalho desde Maio de 1984 e tem o 3o. ano da escola secundária.
  - desenhador (sem candidato).

Estas funções podem vir a ser essenciais dentro da DER, o que garante o progresso do trabalho diário. Este pessoal poderá garantir a base da continuidade da DER.

4.1.3. Pessoal executivo

Em 1 de Julho de 1981, o pessoal consistia em:

- 1 capataz
- 2 mecânicos
- 1 pintor
- 1 pedreiro
- 2 condutores
- 3 trabalhadores
- 2 aprendizes
- guardas.

Logo após o início da segunda fase, os dois mecânicos qualificados saíram

(um para o INIT, outro para a sua ilha natal, S.Vicente). Lentamente o pessoal foi aumentando. Receberam o treinamento básico no local de trabalho, o que foi bem sucedido. Sob o ponto de vista da quantidade de pessoal, a DER pode formar três equipas para aerobombas, em três locais diferntes ao mesmo tempo, mas a logística e limites de transporte impedem isto.
Em Junho de 1984 o pessoal executivo consistiu em:

- 5 mecânicos qualificados, dos quais 2 torneiros
- 4 aprendizes-mecânicos
- 3 pintores
- 2 electricistas
- 1 guarda de armazém
- 3 condutores
- 1 administrador
- 1 dactilógrafo
- 1 bibliotecário
- 3 serventes
- guardas.

4.2. Transferência de tecnologia e cursos

A saída de três técnicos e dois mecânicos qualificados durante a segunda fase, atrasou o processo do projecto. Com excepção de um, todos trabalham para a economia nacional e aí dedicam a sua capacidade, a qual por certo aumentou durante o tempo que trabalharam no projecto.
O actual director, sr. Daniel Livramento, familiarizou-se primeiro com as actividades da DER e suas organizações financiadoras. Fez visitas à Holanda (CWD), Dinamarca, Itália e Estados Unidos. Durante o primeiro semestre, como primeira prioridade, passou a maior parte do seu tempo a familiarizar-se com os assuntos estruturais e administrativos da Divisão. As actividades dos consultores nesses assuntos foram diminuindo gradualmente e de momento consiste simplesmente num parecer, de vez em quando. De momento ele ocupa-se com os estudos sobre viabilidade do local. O mesmo frequentou, durante quatro semanas, um curso de inglês, na Inglaterra. Juntamente com o sr. Pieterse, fez a revisão das potências de aerobombas em Cabo Verde (ver Capítulo 6).
O sr. Cardoso familiarizou-se rapidamente com os assuntos administrativos e de pessoal da DER; desempenha eficientemente o cargo de Responsável pelos Serviços Administrativos. Com a ajuda do sr. Pieterse familiarizou-se com o equipamento de anemometria, principalmente com o microprocessador. O cálculo das distribuições de frequência mensal dos dados do MS 778 e do aeroporto da Praia é feito pelo sr. Cardoso. Ele e o sr. Pieterse elaboraram os manuais de instrução para a operação dos programas e para o microprocessador (Relatórios XVI, no.3 e XXIV, no.1). Juntos analisara os dados sobre o vento, colhidos em 1982 e 1983 (Relatório XVII), no que diz respeito ao factor padrão de energia, Parâmetros de Weibull, densidade de energia, factores de correlação,etc.
O engenheiro mecânico nacional, sr. Ferreira, homólogo do sr. Versteegh, só foi nomeado em Maio de 1984, quase no fim da segunda fase.
A fim de se integrar rápidamente com os objectivos do projecto, começou a familiarizar-se com a leitura dos documentos técnicos existentes, que efectivamente contêm detalhadamente todos os passos do projecto e, ao mesmo tem

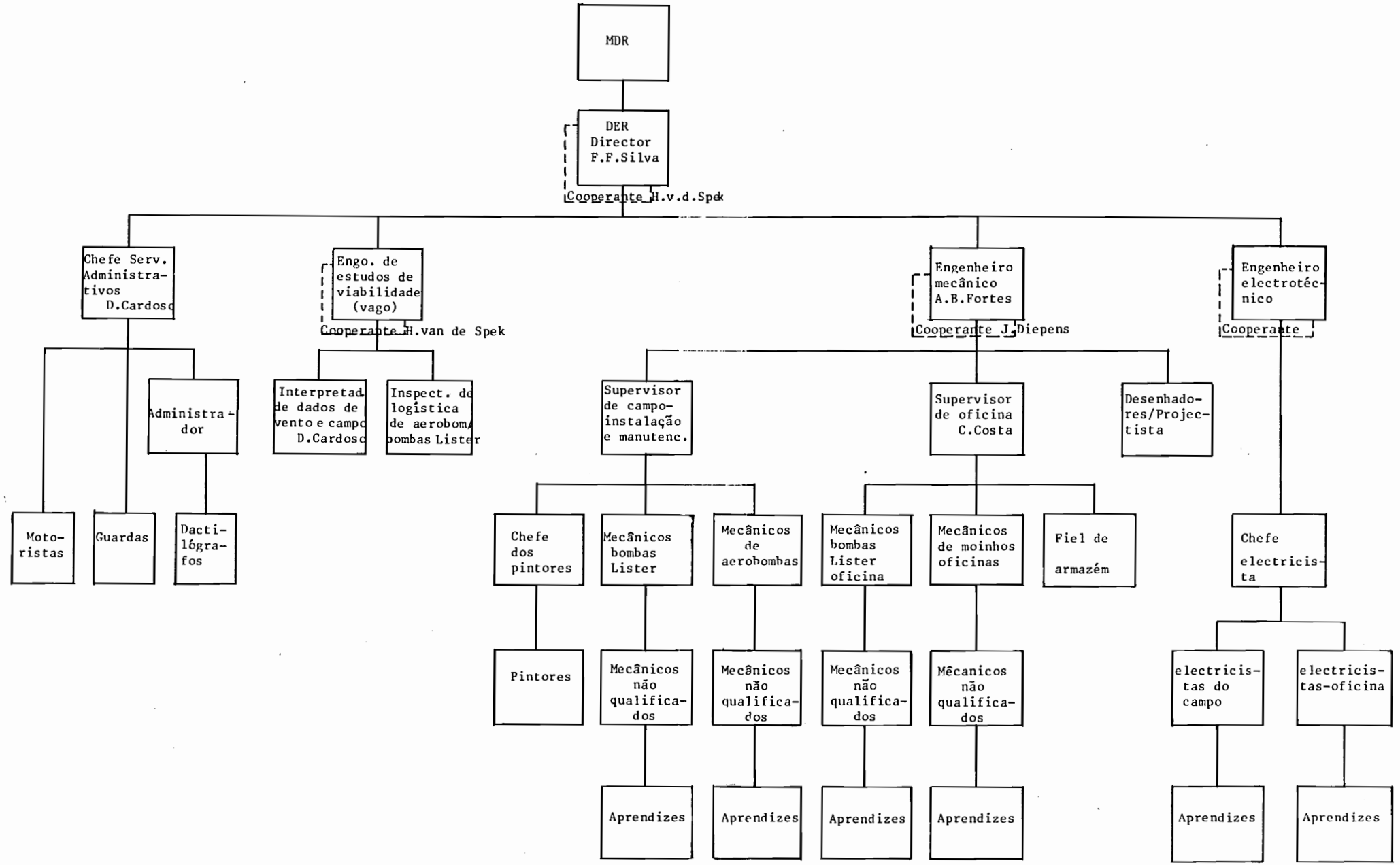
po acompanhando a parte prática.
O supervisor da oficina necessita ainda de muita assistência dos engenheiros mecânicos.
O curso de supervisor de campo e logística só começou muito recentemente e pode-se dizer que as perspectivas são boas.
Quanto ao nível executivo, quase todo o aperfeiçoamento foi feito no local de trabalho (instalação, manutenção e reparação). O sr. Versteegh deu algumas aulas sobre leitura de desenhos técnicos. Em princípios de 1983 a DER ministrou um curso sobre manutenção e instalação de aerobombas a mecânicos das ilhas, o que provou ser eficiente.
Em geral, pode-se dizer que o curso a nível executivo foi muito bem sucedido embora a equipa não possa funcionar sem a orientação e controlo dos engenheiros mecânicos.
Três mecânicos ingressaram nos cursos da escola técnica de Estaleiros Navais da Cabnave em São Vicente (o sr. Costa ingressou no curso de supervisor de oficina e os outros dois no curso de torneiro).
Durante os últimos meses da segunda fase planeou-se 4 cursos de 9 meses, em Lisboa, para o primeiro ano da 3a. fase:

- serralheiro
- maquinista
- desenhador
- electricista.

Além disso, pediu-se ao Grupo de Energia Eólica em Eindhoven (sócio-CWD) um curso para supervisor de campo.

4.3. Organização

A estrutura organizacional da DER está traçada num organigrama (ver a página seguinte). Isto foi feito no passado mês de Fevereiro, com a assistência do coordenador do projecto, Sr. J.Costa (ref. 22). Este organigrama ainda não está totalmente em funcionamento.
Dentro do MDR, a DER pertence à Direcção Geral de Recursos Naturais. Está a ser preparada uma importante mudança na organização do MDR e espera-seque os problemas de coordenação que ocorrem com outros departamentos do MDR (Departamento de Águas Subterrâneas e Departamento de Melhoramentos Rurais) possam então ser resolvidos mais fácilmente.
As reuniões semanais dos técnicos que incluem o planeamento das actividades para a semana seguinte, provaram ser um instrumento valioso para o progresso do trabalho.



ORGANIGRAMA DA DER EM OUTUBRO DE 1984

Figura 4.1. Organigrama

5. FINALIDADE E SISTEMA ECONÔMICO

Finalidade e sistema económico são pontos que não devem faltar num relatório final de um projecto. Tem que se admitir que os funcionários da DER colheram muito poucos dados sobre este assunto. Sente-se, contudo, que esta pode ser justificada como se segue:

- numa situação urgente como a que existe em Cabo Verde, a primeira preocupação é apenas bombear água- e deixar à apreciação dos consumidores como utilizar essa água- ficando para mais tarde a preocupação com as despesas.
- Uma aplicação mais ou menos exeperimental (bombagem com aerobombas) deveria primeiro, na opinião da DER, correr técnicamente de maneira uniforme antes de poderem ser colhidos os dados disponíveis sobre finalidade e sistema económico, os quais podem ser comparados com os da tecnologia "conservadora" (isto é, motobombas, como é o caso).

As idéias actuais da DER de como a água devia ser utilizada serão apresentadas no Capítulo 14 (2a. Parte; selecção de locais-estratégia). Esta estratégia pode ser resumida da seguinte maneira:

a) a água do subsolo da Achada devia ser utilizada para o uso doméstico. Se houver excesso de água (o que no caso das aerobombas acontece em 9 dos 12 meses, quando há suficiente água), esta pode ser utilizada para irrigação em escala muito pequena e de preferência executada pelo guarda do moinho.

b) A água bombeada do subsolo da Ribeira devia ser utilizada para irrigacao e, quando necessário, para o uso doméstico. Ficou provado que é muito vantajoso (no caso de aerobombas) bombear água para irrigação e para uso doméstico de uma determinada área da Ribeira, com a mesma máquina.

c) Em áreas onde existe o perigo de infiltração da água do mar, a água para uso doméstico para as Achadas devia ser bombeada das Ribeiras.

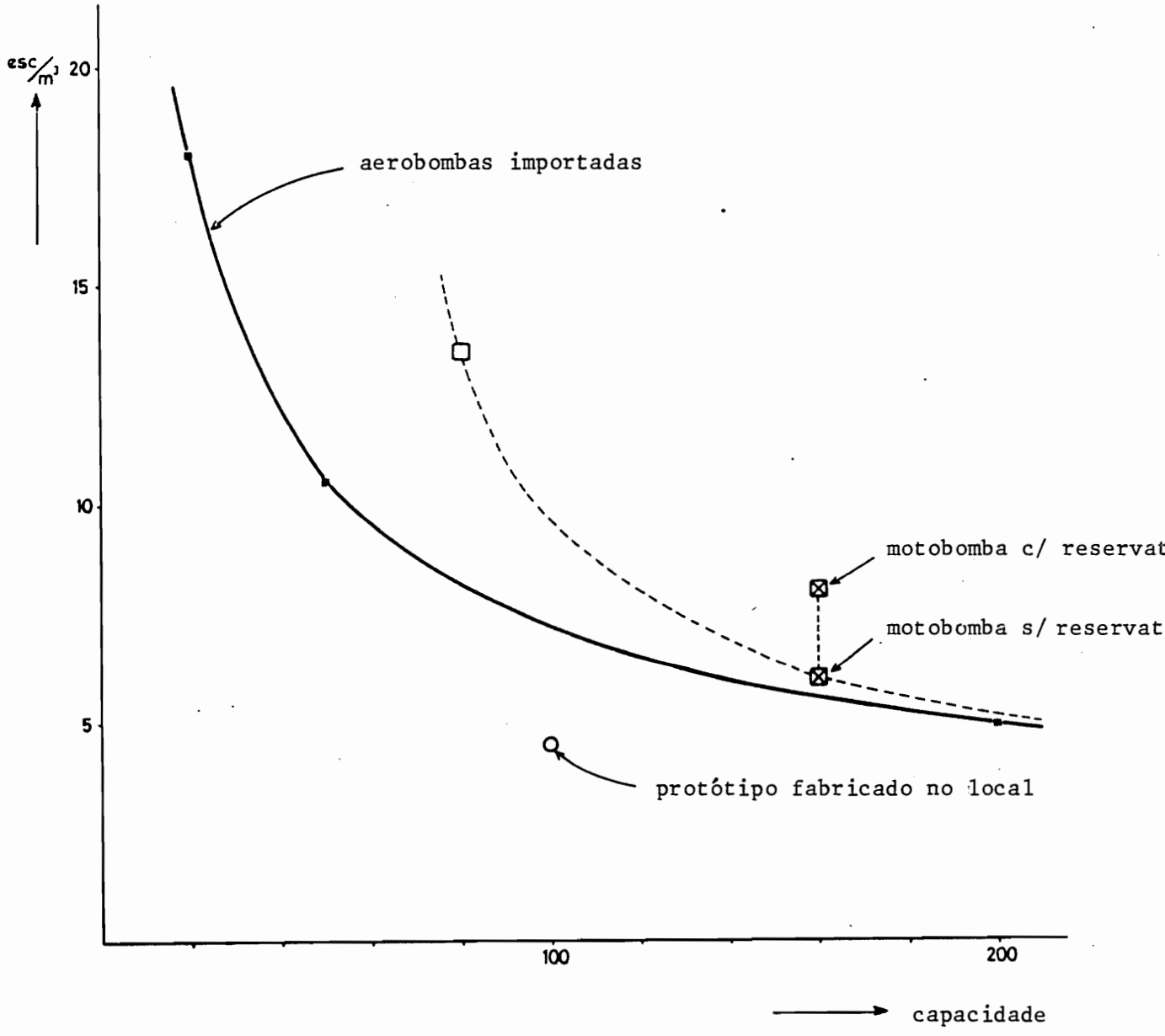
d) Os poços das Ribeiras podem ser equipados com uma aerobomba e com uma motobomba ao mesmo tempo, no caso da potência da aerobomba nao ser suficiente para bombear toda a água existente. A viabilidade económica de tal sistema ainda precisa de ser estudada

A finalidade de algumas aplicações de aerobombas é tratada com detalhes na 2a. Parte, Capítulo 11 (estudos analisados). No quadro a seguir está apresentada a finalidade de todas as aerobombas da DER, onde se pode notar que os números apresentados são cálculos aproximados.

Quadro 5.1. - Finalidade das aerobombas (em Junho de 1984)

Local	Tipo de moinho	Estratégia	Água p/uso doméstico (pessoas)	Irrigação (ha)
São Filipe, T.	Dempster 8'	A	500	0.25
Portete, T.	Dempster 8'	B	25	0.25
Lem Duque, T.	Dempster 8'	B	240	0.10
Pensamento, T.	Dempster 8'	B	400	-
Granja, T.	Dempster 8'	B	-	-
Calheta, M.	Dempster 8'	A	100	0.40
Cascabulho, M.	Dempster 8'	A	400	0.10
Santa Cruz, T.	Dempster 8'	B	400	-
Trinidade, T.	Dempster 14'	A	250	0.50
Granja, T.	Dempster 14'	B	-	-
Poço Verde, S.	Dempster 8'	A	500	-
Palmeira, S.	Dempster 8'	A	500	-
Chã do Norte, N.	Dempster 8'	A	20	0.50
Belém, N.	Dempster 8'	A	50	0.30
Belém, N.	Dempster 8'	A	50	0.30
Chã dos Penedos, N.	Dempster 14'	A	-	-
Chã dos Penedos, N.	Dempster 14'	A	-	1
Sao Filipe, T.	Dempster 14'	A	250	0.75
Ponta Furna, T.	Dempster 14'	A	600	-
São Filipe, T.	Socross 25'	A	-	2.5
Chã de Arroz, A.	Socross 25'	B	-	-
Bicoteiro, A.	Socross 25'	D	-	7.5
Corujinha, A.	Socross 25'	C	2,000	-
Flamengos, T.	Dempster 14'	B	500	0.25
Calheta, M.	Dempster 8'	A	100	0.40
Morro, M.	Dempster 12'	C	400	0.40
Figeira Seca, M.	Dempster 8'	C	250	-
Ribeirão Manuel, T.	Dempster 14'	A	400	-
Achada Laje, T.	Dempster 14'	D	300	-
Sao Filipe, T.	Prototype	A	-	0.50
Flamengos	Socross 25'	B	-	3.5
Pedro Vaz, M.	Dempster 12'	B	400	-
Alcatraz, M.	Dempster 8'	A	250	-
Salineiro, T.	Socross 21'	A	800	-
Ribeirão Chiqueiro, T.	T. Socross 25'	A	300	2
Achada Baleia, T.	Aerowatt	C	-	-
Total			9,985	21.5

Assim, aproximadamente 10.000 pessoas recebem o seu fornecimento diário de água através das aerobombas da DER. Isto representa 5% da população rural (a ref. 13 diz que 190.000 pertencem à zona rural, isto é, em aldeias com menos de 1000 habitantes). Este número é ainda relativamente pequeno e pode-se imaginar que antes as pessoas não tinham fácil acesso à água porque, geralmente, as motobombas eram utilizadas para uma população com mais de 1000 pessoas. A DER precisa ainda de trabalhar muito nesta aplicação, principalmente porque as aerobombas são economicamente mais viáveis para pequenos caudais do que as motobombas (ver fig. 5.1.
21,5 hectares são irrigados pelas aerobombas da DER e actualmente a área total irrigada em Cabo Verde é aproximadamente de 2000 ha, dos quais 50% são de irrigação por bombagem.



Quadro 5.1. - Custo da água bombeada contra capacidade

BEST AVAILABLE COPY

Quadro 5.2. - Percentagem do custo

	despesa total anual (CVE)	aerobomba/ motobomba %	insta- lação %	reser- vatório %	furo e fontenário %	fun- dação %	operação e manutenção %	guarda/ operário %
Dempster 8'	117,140	11	2	15	23	7	11	31
Dempster 14'	156,542	21	2	23	17	6	8	23
Southern Cross 25'	266,322	29	2	37	10	3	6	13
Protótipo 5 m	154,935	6	1	40	17	6	7	23
Motobomba s/reservatório	287,311	11	2	-	10	3	61	13
Motobomba c/reservatório	384,887	8	1	25	7	2	47	10

Nota: Em caso de um empréstimo com juro de 5%.

A irrigação teve,até agora, segunda prioridade. Devia-se lembrar que alguns hectares irrigados com aerobombas da DER é apenas um aspecto secundário em relação ao abastecimento de água para uso doméstico (estratégia A).
Segundo a Direcção Geral de Agricultura do MDR, com uma situação ideal (disponibilidade de água durante o ano, sementes de boa qualidade, boa assistência técnica e transporte eficaz) a horticultura pode dar um lucro líquido de até 1500 contos/ha/ano. Porém, a media do lucro líquido é aproximadamente de 80 contos em Santiago e 110 contos em S.Antão por ha/ano (ref. 13).
A razão desta média tao baixa é a existência da cultura de sequeiro que exige mao-de-obra barata e resistente à escassez de água, como cana-de-acúcar e banana.
A quantidade de água existente é dividida segundo estas culturas, ou seja, cada agricultor recebe água apenas cada 2 ou 3 semanas. Também a infra-estrutura para uma deslocação rápida ao mercado muitas vezes não existe (ex. S.Antão).
Foi estimado um lucro de 1000 contos/ha/ano com uso de aerobomba na irrigação de pequenas áreas agrícolas e consequentemente de pouco rendimento. Deve-se lembrar que o CWD/ILRI calculou um lucro máximo, possível em Cabo Verde, de 500 contos/ha/ano.
Isto conduz-nos ao sistema económico das aerobombas. Em Novembro de 1983 a equipa de avaliação e os técnicos da DER trabalharam em conjunto para obter e analisar o custo do equipamento de aerobomba. Os resultados estão resumidos na figura 5.1. e no quadro 5.2. Pode-se notar que a análise foi feita algumas vezes em cálculos aproximados e a interpretação devia ser submetida a várias restrições feitas (ver o relatório sobre avaliação, ref.3). Um resultado surpreendente é que as despesas com o guarda e com o reservatério de água constituem uma parte substancial das despesas anuais.

Combinando agora estes dados sobre a finalidade e sistema económico, pode-se observar o seguinte:

- aerobombas com capacidades mais baixas do que 100 m3/dia são mais baratas do que bombas a motor. Capacidades na ordem de 10 a 30 m3/dia são necessidades essenciais para aldeias nas zonas rurais e as despesas são na ordem dos 15 a 20 Esc./m3. Comparando estas despesas com as das zonas urbanas: Praia: 35 Esc./m3 e Mindelo: 330 Esc./m3 (dessalinização). Dados das refs. 12 e 14.
- A irrigação na estratégia A é feita com excesso de água da aerobomba. Do ponto de vista da economia nacional esta água é bombeada sem despesa. O lucro por ha pode então ser de 1000 contos, o máximo. Um Dempster de 8' com 0,25 ha irrigados com o excesso da água, produz um lucro de 35 contos/ano, que é duas vezes mais o custo da aerobomba. Os lucros nacionais são mesmo muito elevados, visto a produção agrícola ter aumentado (óbviamente muito pouco, mas é necessário produzir nestes locais).
- O preço da água no caso da estratégia B (quando o abastecimento de água é combinado com a irrigação) é apenas de 10 Esc./m3, aproximadamente, porque a maior parte das despesas com o investimento está na irrigação. Investimentos extras para o abastecimento de água são o pequeno reservatório e o fontenário.

6. REVISÃO DA POTÊNCIA DA ÁGUA BOMBEADA POR ENERGIA EÓLICA

No início de 1980 a DER e o CWD realizaram um estudo de viabilidade de bombagem de água com aerobombas em Cabo Verde (ref. 2). O resultado deste estudo foi que 75% da água a ser bombeada em Cabo Verde pode ser feita com energia eólica. Para atingir este objectivo calculou-se uma quantidade de cerca de 400 aerobombas e 50 aerogeradores.
Desde essa altura tornaram-se disponíveis mais dados sobre:

- a potência da água do solo, assim como sobre o perigo da infiltração da água do mar em certas áreas (estudo feito pela DSEGAS, PNUD, SCETAGRI (ref. 13), BURGEAP (ref. 14 e 15), Bosscher (ref. 16).
- As características do poço; estudo feito pela DSEGAS (Direcção dos Serviços de Exploração e Gestão de Águas Subterrâneas de MDR).
- O regime de vento; estudo feito pela DER (Relatórios VI e XVII).
- O rendimento das aerobombas utilizadas pela DER; estudo feito pela DER (ver, por exemplo, o Relatório XXI).

Com estes dados disponíveis, julga-se fazer uma avaliação da potência da bombagem de água por energia eólica. Com este objectivo, os técnicos da DER visitaram todos os furos em exploração, em Abril e Maio de 1984, para colher os dados actuais.
Determinou-se qual o equipamento de bombagem mais indicado para todos os furos. Para os poços fez-se um levantamento mais geral. Os documentos utilizados para este serviço foram os mapas de rendimento e a estratégia de selecção de local, os quais foram mencionados no Relatório sobre selecção de local (XXII). Ambos serão apresentados nos Capítulos 13 e 14, respectivamente.

A revisão da potência da água bombeada por energia eólica foi mencionada no Relatório XXII.
Estão aqui reproduzidos alguns quadros importantes: o primeiro quadro dá uma visão geral do actual equipamento utilizado na exploração dos furos em Cabo Verde e o segundo dá uma visão idêntica, mas do possível equipamento a ser usado no futuro:

Legenda:

MEV - Motor diesel com bomba de eixo vertical
GE - Gerador diesel com bomba eléctrica submersível
MS - Motor diesel com bomba de sucção
MAN - Bomba manual
AB - Aerobomba
AG - Aerogerador accionando uma bomba eléctrica submersível
PE - A ser equipado

Quadro 6.1. - Distribuição actual do equipamento de bombagem nos furos em número e caudal (m3/dia)

Equipamento Ilha	MEV	GE	MS	MAN	AB	AG	PE	Total
Santiago	50 (10183)	12 (1969)	15 (3065)	1 (--)	15 (478)	1 (150)	20 (3786)	114 (19622)
São Nicolau	11 (870)	3 (360)		5 (30)	5 (122)	2 (150)	1 (200)	27 (1732)
Santo Antão							3 (300)	3 (300)
São Vicente	3 (650)						4 (400)	7 (1050)
Maio	3 (1460)		1 (150)		7 (120)		5 (2388)	16 (4118)
Boa Vista	6 (210)						7 (210)	13 (420)
Sal					2 (40)			2 (40)
Total	73 (13373)	15 (2320)	16 (3215)	6 (30)	29 (760)	3 (300)	40 (7284)	182 (27282)

Quadro 6.2. - Possível distribuição futura do equipamento de bombagem nos furos em número e caudal (m3/dia)

Equipamento Ilha	MEV	GE	MS	MAN	AB	AG	PE	Total
Santiago	16 (1221)	5 (502)			31 (1766)	62 (16133)		144 (19622)
	8 (830)	2 (160)		1 (5)	15 (357)	1 (380)		27 (1732)
Santo Antão					3 (300)			3 (300)
São Vicente					7 (1050)			7 (1050)
Maio	2 (1180)				10 (1044)	(1894)		16 (4118)
					11 (380)		2 (40)	13 (420)
Sal					2 (40)			2 (40)
	26 (3231)	7 (662)		1 (5)	79 (4937)	67* (18407)	2 (40)	182 (27282)

* Número de furos equipados com aerogeradore. O número de aerogeradores necessários é de 46.

Note-se que a bombagem dos furos por energia eólica pode ser aumentada de 1060 m3/dia para 23.344 m3/dia, ou seja de 4% para 85% da potência total. Os dados dos poços são, indiscutîvelmente, menos exactos do que os dos furos. O relatório Revisão (XXII) menciona uma potência total da água de 25.000 m3/dia, dos quais 13.000 m3/dia podem ser bombeadas com aerobombas. Suponhamos que:

a) a exploração dos furos aumentará no futuro para 40.500 m3/dia (ref.13 e relatório XXII).
b) A mesma divisão entre aerobombas e motobombas aplica-se ao aumento na a).
c) A exploração dos poços permanece a mesma (25.000 m3/dia)

As aerobombas e aerogeradores seriam capazes de bombear, respectivamente, 20.400 e 27.300 m3/dia, o que junto significa 75% da potência total de todos os poços (65.500 m3/dia).
O quadro 6.3. apresenta o tipo e número de aerobombas necessárias.

Quadro 6.3. - Distribuição do tipo e número de aerobombas necessárias no futuro

Tipo de moinho	Santiago	Outras ilhas	Total
Aerobombas Ø 3m	26 (+8)	28 (+12)	54 (+20)
Aerobombas Ø 5m	76 (+2)	24 (+3)	100 (+5)
Aerobombas Ø 8m	70 (+4)	44 (+3)	114 (+7)
Aerogerador	60 (+1)	5 (+0)	65 (+1)
Total	232 (+15)	101 (+18)	366

(+ ...): já instalado

O quadro 6.3. mostra uma grande diferença em relação ao estudo de Beurkens (ref. 2). Sao necessárias aerobombas e aerogeradores de tamanho maior do que o previsto por Beurskens. O interesse do projecto já foi adaptado neste sentido (ver proposta de extensão, ref. 4). Também se nota que 67% das instalações serão realizadas em Santiago.

7. APOIO AO PROJECTO

O projecto recebeu apoio do CWD, Países Baixos. Este apoio tem sido de natureza variada:
- administração do projecto
- assistência técnica
- logística
- curtas missões

7.1. Administração do projecto

Em princípio,o coordenador do projecto visita o projecto a cada semestre, para discutir o progresso, analisar, resolver os problemas, traçar a política do projecto e ter contactos oficiais com o governo de Cabo Verde. Durante a segunda fase realizaram-se as 6 seguintes visitas de trabalho:

- Maio de 1981 (preparação)	por G.A. Van de Rhoer	(ref. 17)
- Fevereiro de 1982	por G.A. Van de Rhoer	(ref. 18)
- Novembro de 1982	por G.A. Van de Rhoer	(ref. 19)
	e H.Schoenmakers	(ref. 20)
- Setembro de 1983	por J. Van Meel	(ref. 21)
- Fevereiro de 1984	por J.Costa	(ref. 22)

Em Novembro de 1982 o sr. G.A. Van de Rhoer fez uma avaliação interna do projecto (ref. 23).
Em Setembro de 1983 J. Van Meel escreveu uma proposta para a extensão do projecto (ref. 4).
Além disso, as férias dos cooperantes residentes e tratamento médico de um deles foram aproveitados para discussões com o coordenador do projecto. Também um dos cooperantes fez uma viagem especial à Holanda com este propósito.
O coordenador do projecto é também responsável pelos contactos com o governo holandês (DGIS) e pela coordenação das actividades de apoio ao projecto do CWD.

7.2. Assistência técnica

Os quatro associados do CWD prestaram assistência técnica em vários problemas. A seguinte lista apresenta as rubricas principais:
- problema do empanque de varão de bombagem
- problema de corrosão
- estudo da carga admisível nos Dempsters (ref. 11)
- comentários dos relatórios feitos pela DER
- fornecimento de literatura técnica
- cálculos do tamanho do reservatório (ref. 24)
- cálculos para o projecto piloto - armazenagem de batatas
- comentários sobre a instalação de dessalinização da água do mar, em Sal Rei (Relatório XVI, no. 11)
- Preparação do aerogerador para a Achada Baleia (ref. 25 e 28)

Em geral a assistência técnica foi adequada, embora algumas vezes com atrasos bastante longos. Além disso, aconteceram problemas comuns inerentes à comunicação escrita

7.3. Logística

O CWD encarregou-se de fornecer uma grande variedade de equipamento e material designados na proposta do projecto e também uma série de outros materiais que não aparecem no mercado local.
Para ilustração segue uma lista de alguns materiais:

- 24 aerobombas e peças sobressalentes (Dempster e Southern Crosses)
- um Landrover com atrelado
- um Renault 4 TL
- 6 motorizadas
- 50 contadores de água
- nível
- um aparelho verificador da qualidade do concreto
- tintas
- interrupetores e díodos
- etc.

7.4. Curtas missões

Durante a segunda fase a DER recebeu duas curtas missões:

- uma para estudar a viabilidade dos sistemas autónomos em Cabo Verde, por J.A.N. de Bonte (CWD) e M.Dieleman (DHV-Engenheiros Consultores); ref.6.
- Outra para analisar a produção local de aerobombas, por A.Kragten (CWD); ref.7.

As duas missões já foram apresentadas no parágrafo 1.2.2. e parágrafo 1.4., respectivamente.

8. RELATÓRIOS

Foram elaborados muitos documentos sobre o projecto. Nao só os técnicos escreveram vários relatórios (que serão tratados abaixo), mas também os coordenadores do projecto, assistentes técnicos e pessoas em curtas missões, apresentaram relatórios que estão incluídos na lista de referências no fim deste relatório e mencionadas no capítulo anterior.
De acordo com o contrato bilateral, os relatórios sobre progresso tinham de ser escritos em cada trimestre.Isto foi cumprido apenas, com excepção do primeiro que foi mais pròpriamente um resumo do que um relatório sobre progresso. Assim, durante a 2a. fase foram feitos 12 relatórios sobre progresso. Além disso,foram mencionados,em documentos separados, assuntos técnicos muito importantes.

- Situação e progresso de funcionamento e manutenção de aerobombas foi apresentado 3 vezes (relatório IV, X e XVIII).
- Foram elaborados manuais de aerobombas Dempster e Southern Cross e estão sendo utilizados (relatórios XI e XX).
- A elaboração de daods sobre o vento foi relatado duas vezes (relatórios VI e XVII). O relatório VI também se refere ao cálculo de potência de aerobombas Dempster.
- Foi realizada e mencionada em relatório uma revisão da potência de água a ser bombeada com energia eólica (relatório XII).
- Foi apresentado um documento sobre metodologia de selecção de locais (relatório XXI).
- Foram escritas várias notas técnicas sobre vários assuntos (por exemplo, visitas a ilhas, medições de rendimento, desenvolvimento do protótipo, etc.). Estas foram compiladas em 3 relatórios (IX, XVI e XXIV).

Finalmente, foi elaborado este último relatório do projecto.
O quadro 8.1. apresenta todos os relatórios e os quadros 8.2. a 8.4. apresentam títulos das notas técnicas.

Quadro 8.1. - Relatórios feitos por técnicos do projecto

Número	Título	Inglês	Português
I	Situação em Outubro de 1981	X	-
II	Progresso de Julho a Dezembro de 1981	X	-
III	Progresso de Janeiro a Março de 1982	X	-
IV	Situação das aerobombas em 1981	X	X
V	Progresso de Abril a Junho de 1982	X	X
VI	Produções estimadas de aerobombas Dempster utilizando dados de velocidade do vento da Praia, de 1975 a 1981	-	X
VII	Progresso de Julho a Setembro de 1982	X	X
VIII	Progresso de Outubro de Dezembro de 1982	X	X
IX	Notas técnicas de 1982	-	X
X	Manutenção de aerobombas em 1982	X	X
XI	Instalação manual de Dempsters de 12' e 14'	X	X
XII	Progresso de Janeiro a Março de 1983	X	X
XIII	Progresso de Abril a Junho de 1983	X	X
XIV	Progresso de Julho a Setembro de 1983	X	X
XV	Progresso de Outubro a Dezembro de 1983	X	X
XVI	Notas técnicas de 1983	-	X
XVII	Estudo anemométrico de estações sob a responsabilidade da DER durante 1982 e 1983	-	X
XVIII	Manutenção de aerobombas em 1983	-	X
XIX	Progresso de Janeiro a Março de 1984	X	X
XX	Instalação manual do Southern Cross 25'	-	X
XXI	Metodologia de selecção de local	-	X
XXII	Revisão da potência da água bombeada por energia eólica	X	X
XXIII	Progresso de Abril a Junho de 1984	X	X
XXIV	Notas técnicas do 1o. semestre de 1984	-	X
XXV	Último relatório do projecto 2a. Fase	X	X

Quadro 8.2. - Notas técnicas de 1982 (Relatório IX)

Número	Título
1.	Proposta de um projecto para electrificação do aeroporto de São Nicolau
2.	Relatório da visita à ilha do Sal, dias 16 e 17 de Fevereiro de 1982
3.	Rapport des traveaux effectués ces derniers mois
4.	Relatório da visita técnica da Divisão de Energias Renováveis à ilha da Boa Vista de 12 a 16 de Abril de 1982
5.	Mission à l'île de S.Nicolau du 16/6 au 22/6/82
6.	Equipamento do furo FBE-2, Salineiro, Santiago
7.	Equipamento do furo FT-5, Flamengos, Santiago
8.	Rapport et chronologie des travaux de maintenance, Achada Baleia, AW 4100 FP7
9.	Equipamento do furo MF-2 em Figueira da Horta, Maio, para o abastecimento de água à Vila Porto Inglês
10.	Progresso de trabalho na ilha de Santo Antão
11.	Projecto integrado do Maio - Equipamento dos furos FM-23, MSP-13, MSP-2, e poço no. 63 - Discussão técnica
12.	Funcionamento do sistema Aerowatt/Guinard na Achada Baleia, Santiago
13.	Bombagem eólica nas Ribeiras de Saltos, S.Miguel e Flamengos: Visita de avaliação de 15 a 17 de Setembro de 1982
14.	Visita à conferência internacional sobre energia eólica, em Stockholm, de 21 a 28 de Setembro de 1982
15.	Visites sur le tas au sujet de l'irrigation utilisant des éoliennes
16.	Etat actuel des stations de pompage électrique
17.	Bilan des projects financés par la Cooperátion française dans le domaine éoline et solaire 1980-1982.

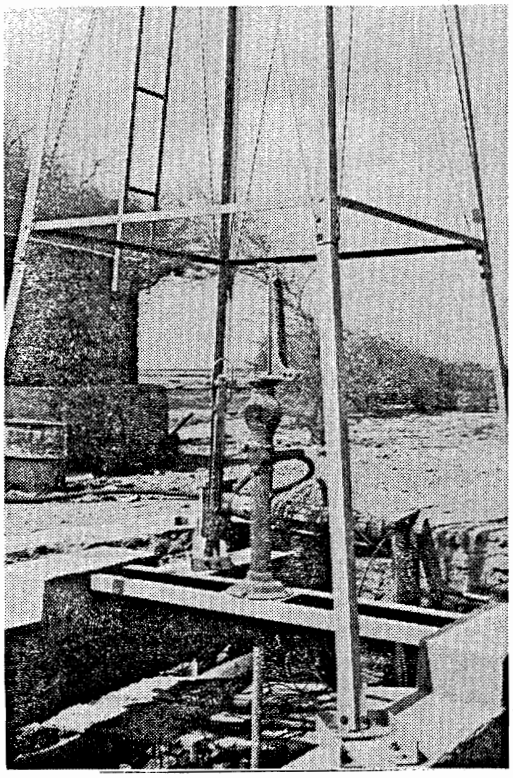
Quadro 8.3. - Notas técnicas de 1983 (Relatório XVI)

Número	Título
1.	Compra de aerobombas fabricadas em Cabo Verde
2.	Visita técnica à ilha do Maio de 22 a 25 de Fevereiro de 1983
3.	Como obter a distribuição de frequências dos dados de MS778 utilizando o microprocessador AIM 65
4.	Equipamento do furo FT 223, Ribeirão Manuel
5.	Equipamento de poço Ribeira de Saltos
6.	Proposta para a instalação do protótipe
7.	Estrutura de futura oficina da DER
8.	As aerobombas na ilha de Santo Antão
9.	Proposta e orçamento estimado para as instalações de novas aerobombas em Santo Antão
10.	Relatório da visita de trabalho à Holanda, Dinamarca e Itália
11.	Projecto de transformação da água do mar en água potável na ilha da Boa Vista
12.	EMIDERI-I, a primeira aerobomba construída localmente pelo MDR e DER

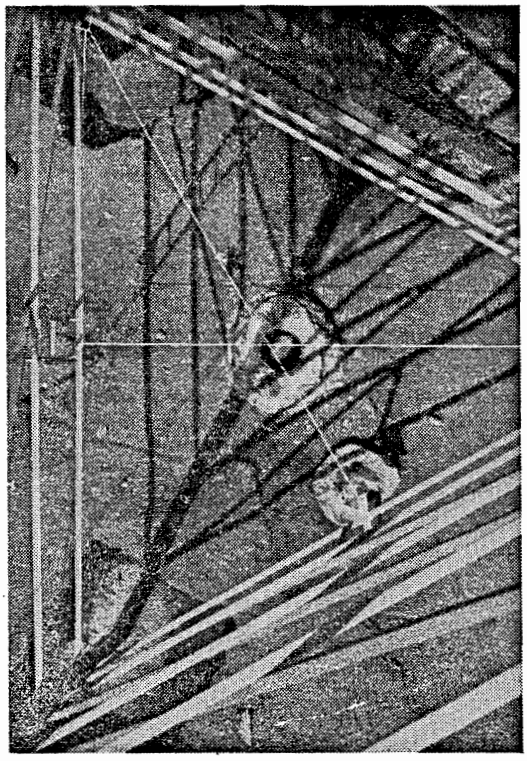
Quadro 8.4. - Notas técnicas do primeiro semestre de 1984 (Relatório XXIV)

1.	Tratamento dos dados da Estação Meteorológica do aeroporto da Praia com o AIM 65 para obtenção da distribuição de frequências
2.	Visita à ilha do Maio
3.	Medições de rendimento de Dempster 8', São Filipe
4.	Visita técnica para ilha do Sal
5.	Visita téchnica par ilha de São Nicolau
6.	Visita à ilha do Maio
7.	Aerobomba para Salineiro
8.	Aerobomba para Ribeirão Chiqueiro
9.	Funcionamento de sistema "Elektro"
10.	Relatório do último recebimento de equipamento e material adquirido sob o projecto USAID 625-0937.03

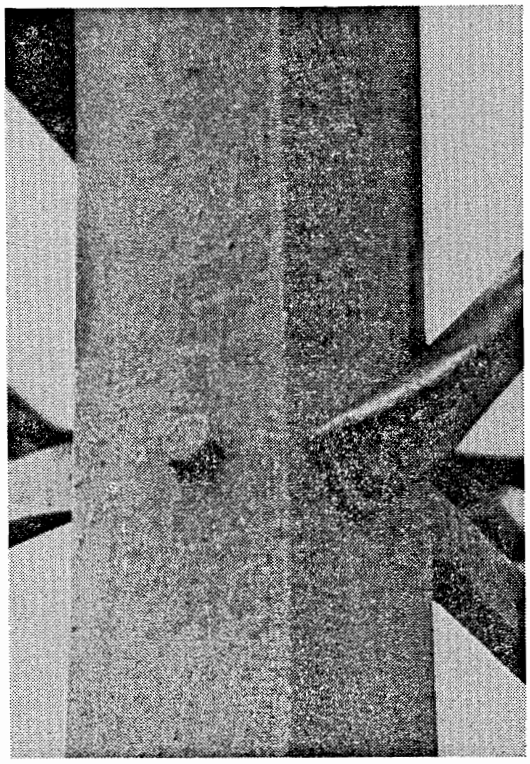
Instalação de um aerogerador da marca Lagerwey v.d. Loenhorst



Um esgotador da bomba Dempster



Nivelamento da torre de uma aerobomba acima do furo



Aspecto de corrosão

BEST AVAILABLE COPY

2a. PARTE

ALGUNS ASPECTOS IMPORTANTES A SALIENTAR

Esta 2a. parte apresenta os seguintes aspectos do trabalho da DER:

Capítulo 9: Aspectos técnicos de operação e manutenção
Capítulo 10: Metodologia de selecção de locais
Capítulo 11: Alguns estudos realizados
Capítulo 12: Elaboração de dados sobre o vento
Capítulo 13: Medições de rendimento.

Os fundamentos e as análises técnicas que foram a base destes capítulos deviam ser, teoricamente falando, do conhecimento geral dos técnicos nacionais. Contudo, isto acontece apenas parcialmente, devido às razões óbvias mencionadas anteriormente.
Devia-se notar também que durante o ano de 1983 houve um progresso exceptional na transferência de tecnologia e existem boas perspectivas de continuação na terceira fase.

Os aspectos são abordados através de figuras ilustrativas; isto é, para mostrar melhor ao leitor do que se trata, e não apenas apresentar os detalhes.

9. ASPECTOS TÉCNICOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

9.1. Descrição do mecanismo de uma aerobomba

As aerobombas comercialmente disponíveis que são instaladas pela DER podem ser divididas em dois tipos: os moinhos de acção directa e os moinhos de acção por engrenagem, ambos conduzindo uma bomba de êmbolo de simples efeito. No primeiro caso a bomba é directamente ligada à manivela de ventoinha (ver Figura 9.1.). Isto implica que uma rotação de ventoinha corresponda a um golpe da bomba.

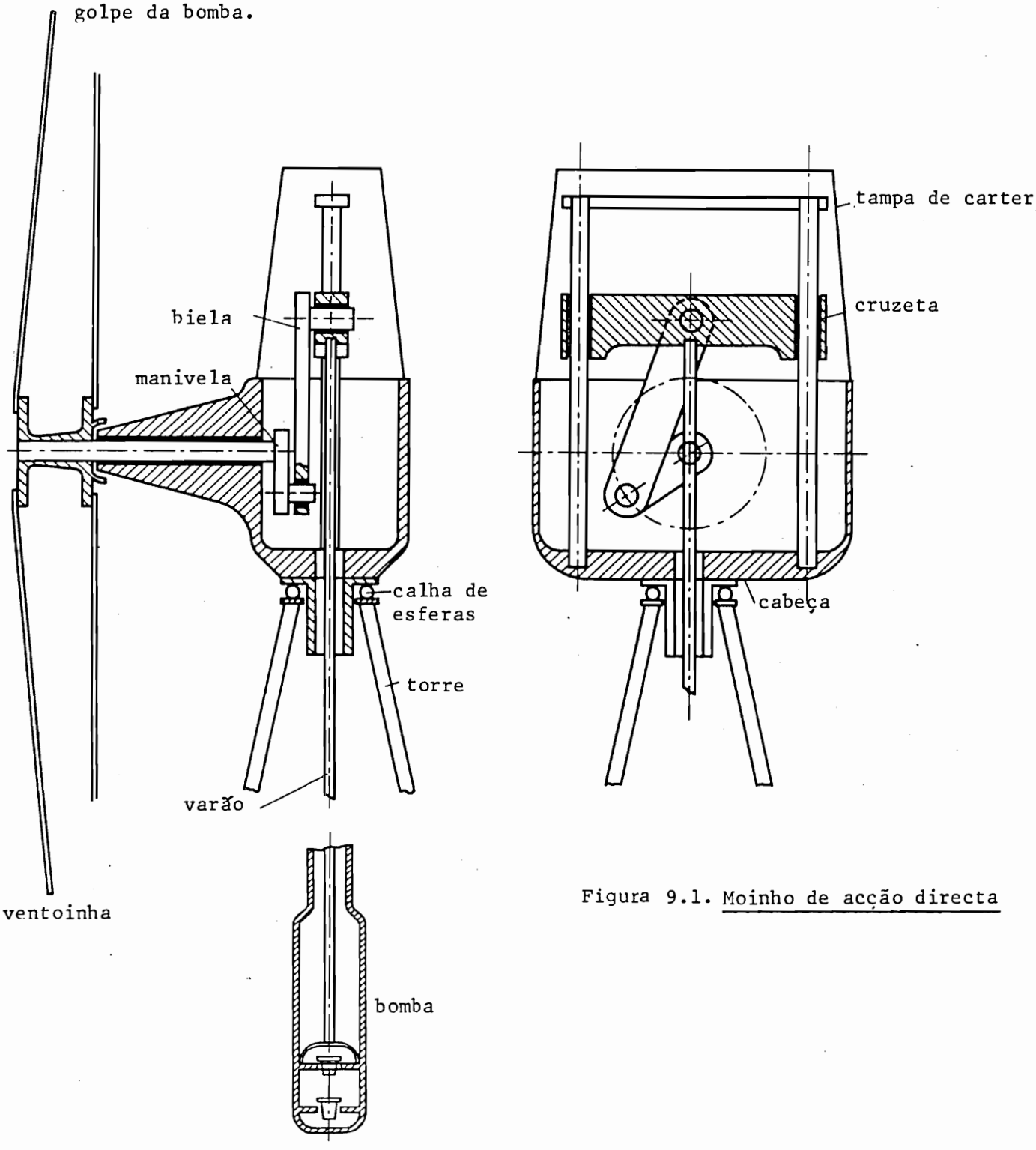


Figura 9.1. Moinho de acção directa

No segundo caso, a velocidade rotativa é reduzida com a razão 3:1 por meio de rodas dentadas (ver Figura 9.2.).

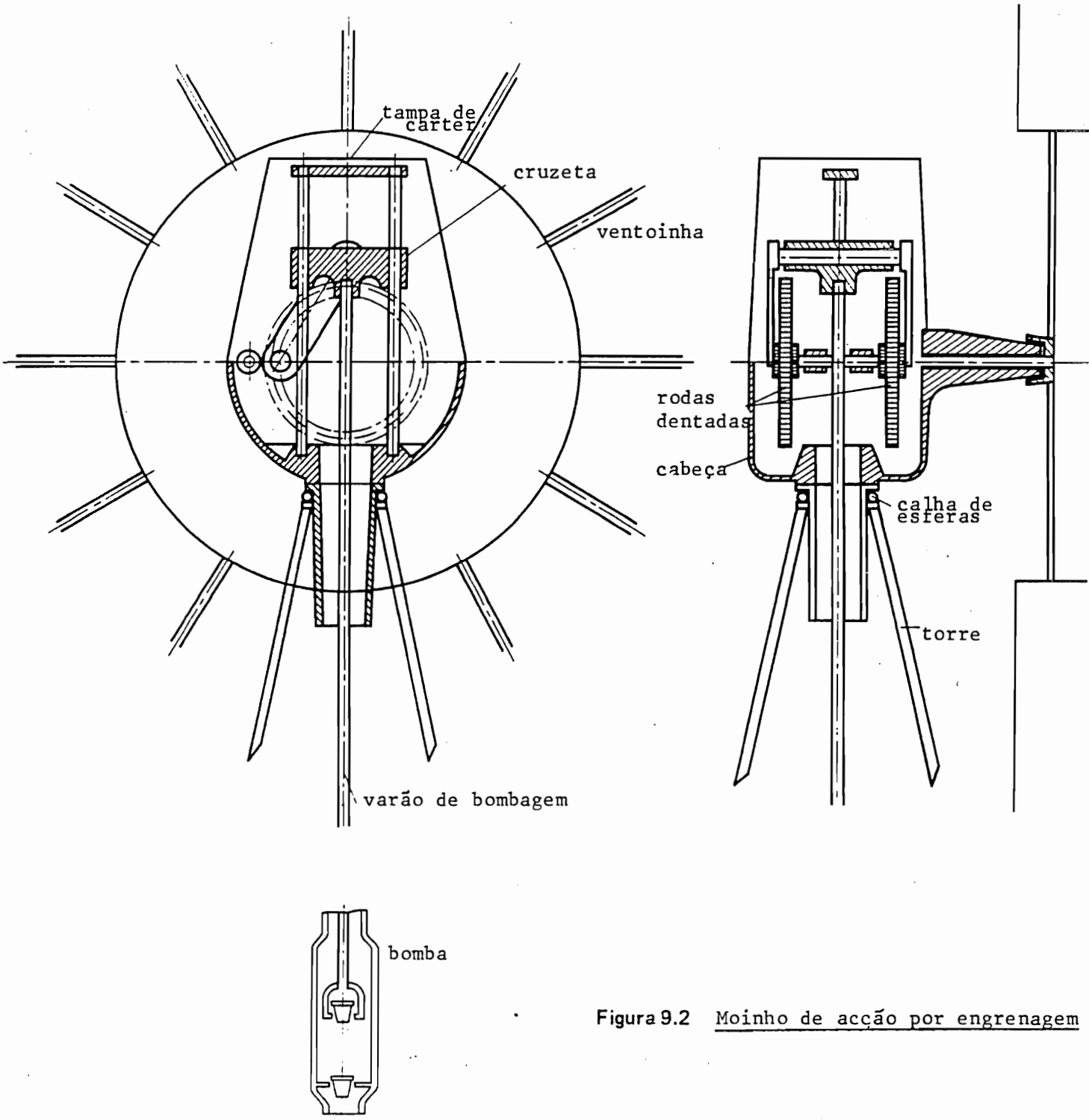


Figura 9.2 Moinho de acção por engrenagem

A taxa da velocidade projectada na ponta da ventoinha das aerobombas é aproximadamente igual a uma unidade. Isto significa que a velocidade óptima das extremidades da pá é igual à velocidade do vento, independentemente do diâmetro da ventoinha. Moinhos com uma ventoinha de pequeno diâmetro fazem mais rotações por minuto e utiliza-se, geralmente, uma redução por meio de rodas dentadas para moinhos com ventoinha de diâmetro inferior a 17'.
Como as bombas de pistão são montadas sem câmara de ar, é necessário limitar as forças do varão de bombagem. Para todas as aerobombas, o número de golpes por minuto não ultrapassa 45, e desta maneira as forças permanecem limitadas. Para alcançar este máximo de 45 golpes por minuto é limitar a actuação das forças do eixo da ventoinha com velocidade de vento elevada, a rotação da ventoinha é regulada e limitada virando-o para fora do vento. Isto é feito por meio de um catavento com dobradiça inclinada ou por um controlo eclíptico.
Ambos os sistemas, de regulação e segurança, são baseados no equilíbrio do momento de torção. A força do vento na ventoinha, colocado excentricamente em relação ao centro da torre, cria um momento de torção à volta deste.
No caso do catavento com dobradiça inclinada (ver fig. 9.3.), o mesmo fica paralelo ao vento, criando assim um momento de torção por causa desta mesma inclinação.
Com o aumento da velocidade do vento, os momentos da força aumentam também e a ventoinha muda de posição em relação ao vento até ficar de novo em equilíbrio.
No que diz respeito ao controlo eclíptico, a mola ligada à cabeça do moinho e catavento, introduz uma força, dependendo do ângulo do catavento (com uma dobradiça de eixo vertical) com o centro do eixo da ventoinha (ver fig.9.4.). Esta força causa um momento de torção à volta do centro da torre, criando assim um equilíbrio.

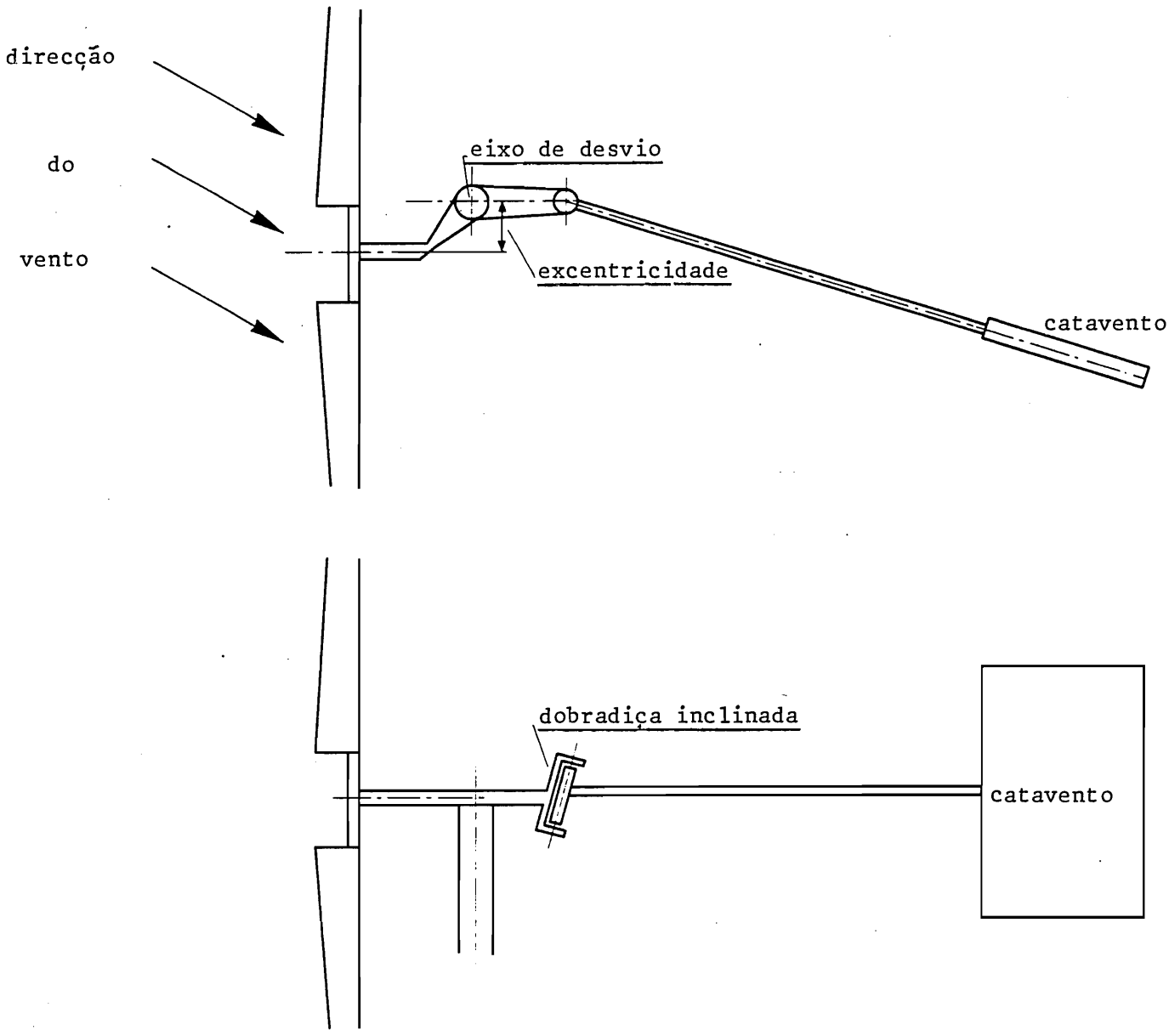


Figura 9.3 O sistema de catavento com dobradiça inclinada

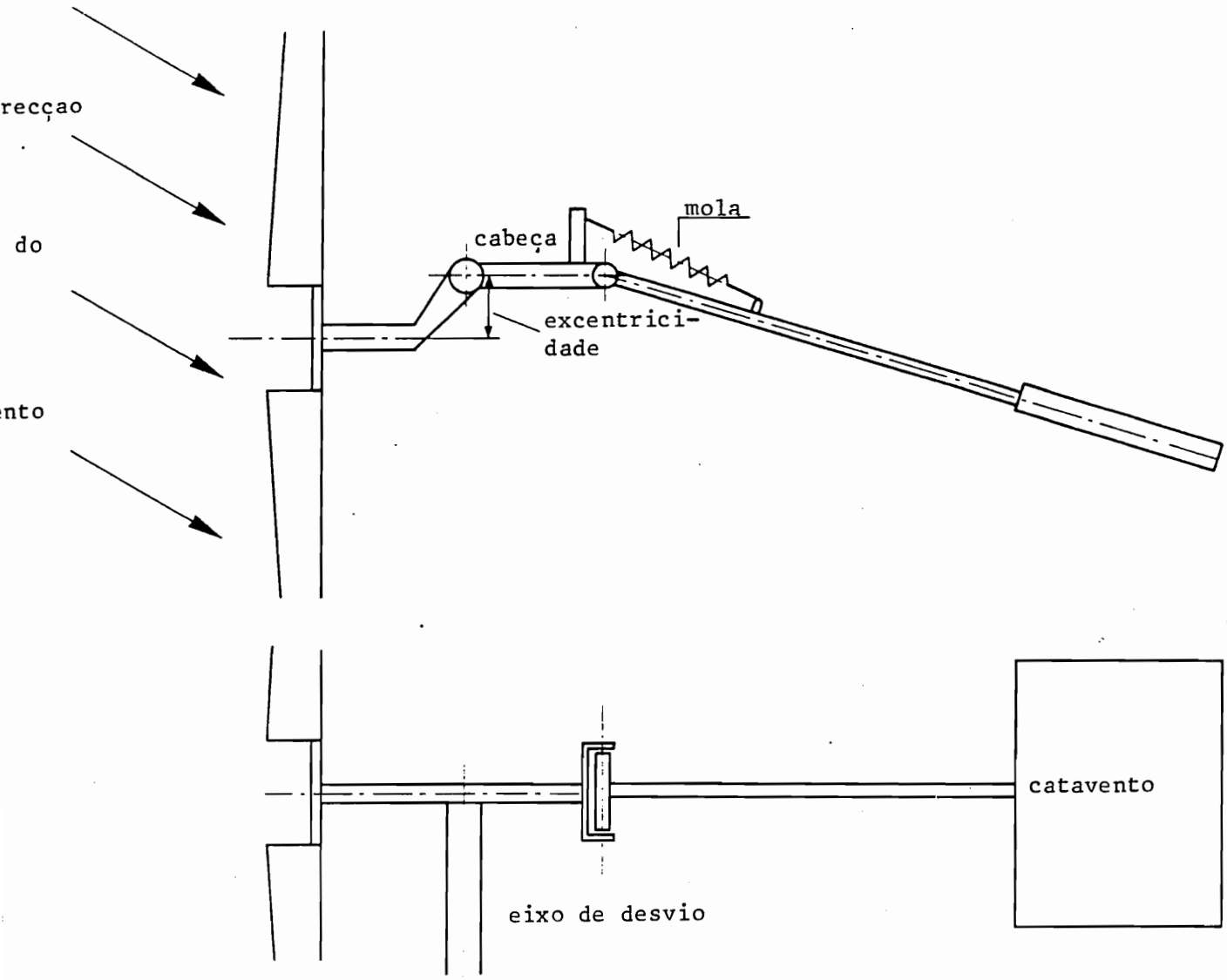


Figura 9.4. - Controlo ecliptico

BEST AVAILABLE COPY

9.2. Os problemas que podem surgir com o funcionamento de aerobombas

Se forem bem instaladas e regularmente lubrificadas, as aerobombas precisam de pouca reparação, ou seja, apenas as solas de couro da bomba têm de ser substituídas quando estiverem gastas. No caso do reservatório estar situado num local mais alto que o moinho, é necessário um empanque. Este empanque também desgasta-se e precisa de uma inspecção regular.
Ocorreram muitos problemas com a transmissão e, na maior parte dos casos, com o empanque.
O quadro seguinte apresenta as causas e consequências.

Quadro 9.1. - Causas e consequências dos problemas na transmissão

1.	Mau alinhamento da aerobomba e do furo de sondagem	As solas de couro desgastam-se rápidamente apenas de um lado; o varão de bombagem pode desaparafusar-se. As ligações do varão de bombagem desgastam-se rápidamente devido à contínua vibração contra o tubo de elevação principalmente durante o curso ascendente. O tubo de elevação desgasta-se no lugar das uniões do varao de bombagem; isto pode finalmente resultar num tubo fendido ou rotura se fôr na extremidade.
2.	Construção deficiente do varão de bombagem causando torços e vibrações, criando um desalinhamento.	O empanque de amianto também se desgasta rápidamente causando perda de água através da vedação; parafusos desapertados ou soltos. Além destas, existem as mesmas consequências do 1., mas menos.
3.	Má orientação do varão de bombagem	O empanque de amianto desgasta-se rápidamente causando perda de água.
4.	Corrosão devido às condições atmosféricas	Enferrujamento da ventoinha e da torre originando curta duração de vida.
5.	Corrosão devido à água salobra	No caso da caixa de empanque o varão corrosivo, danificando o empanque. Corrosão dos varões de bombagem e tubos de elevação.

9.3. Resolução de problemas

As figuras a seguir apresentam algumas soluções. O mau alinhamento do furo, contudo, não se pode resolver. Apenas algumas medições podem prevenir, parcialmente, as consequências.

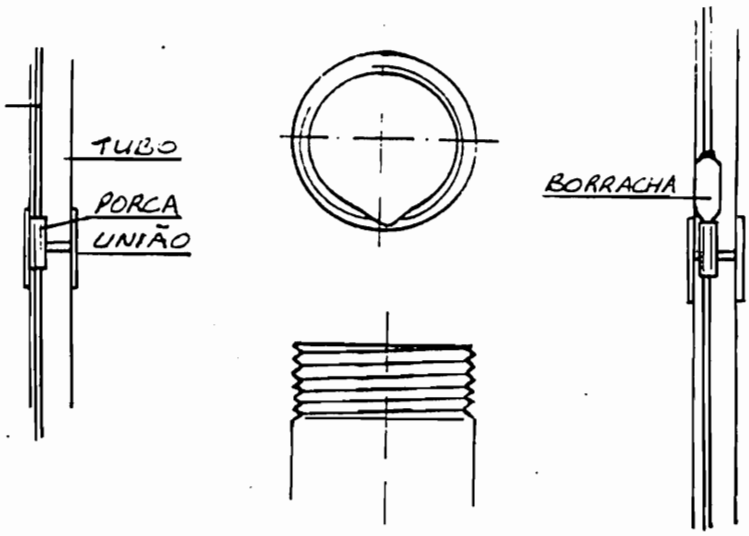


Figura 9.5. - Consequências e solução para o mau alinhamento do moinho e/ou furo.

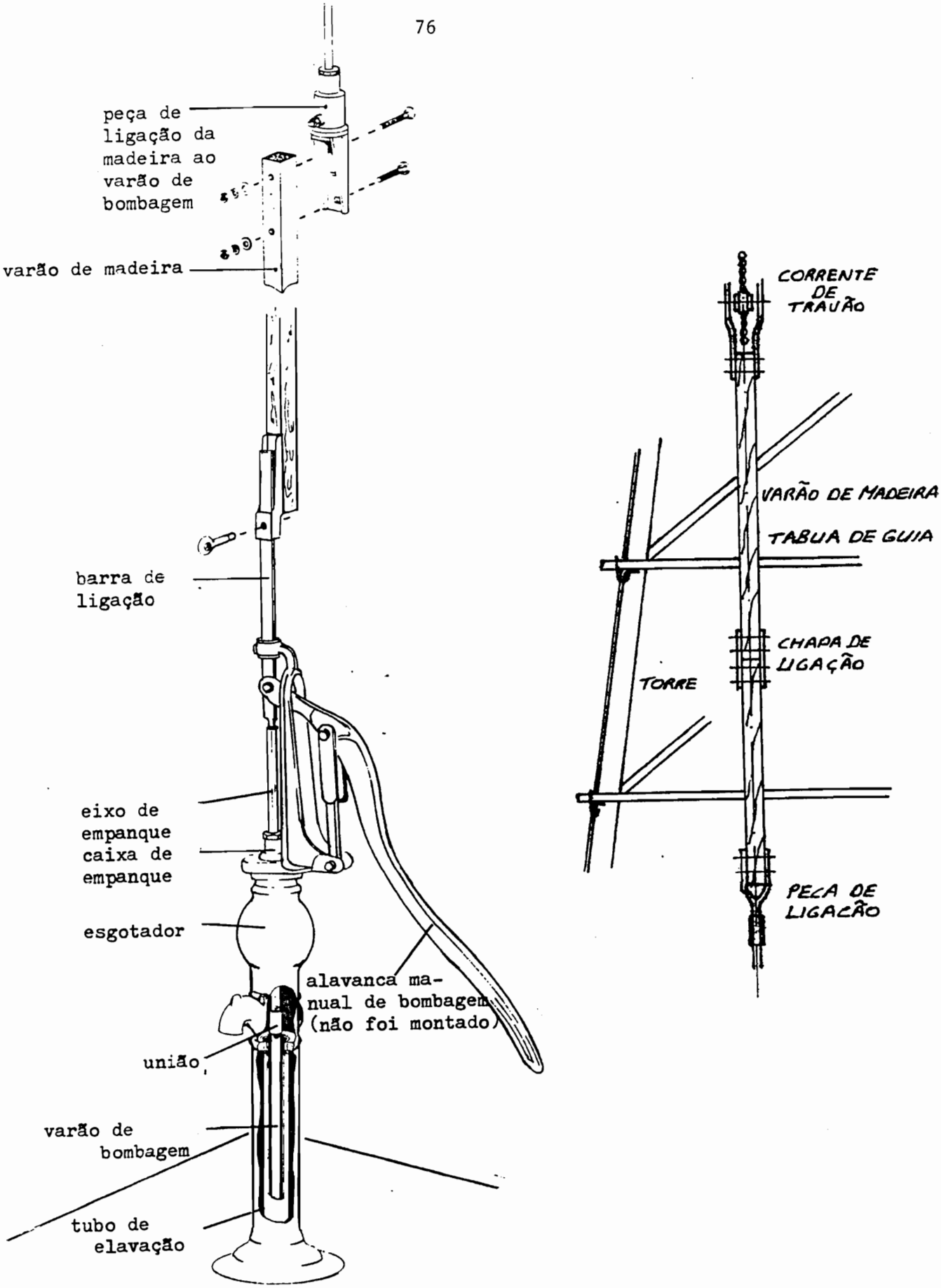


Figura 9.6. - Ligação do varão de bombagem Dempster (fig. à esquerda) e Southern Cross (fig. à direita) (relatórios IV e XX)

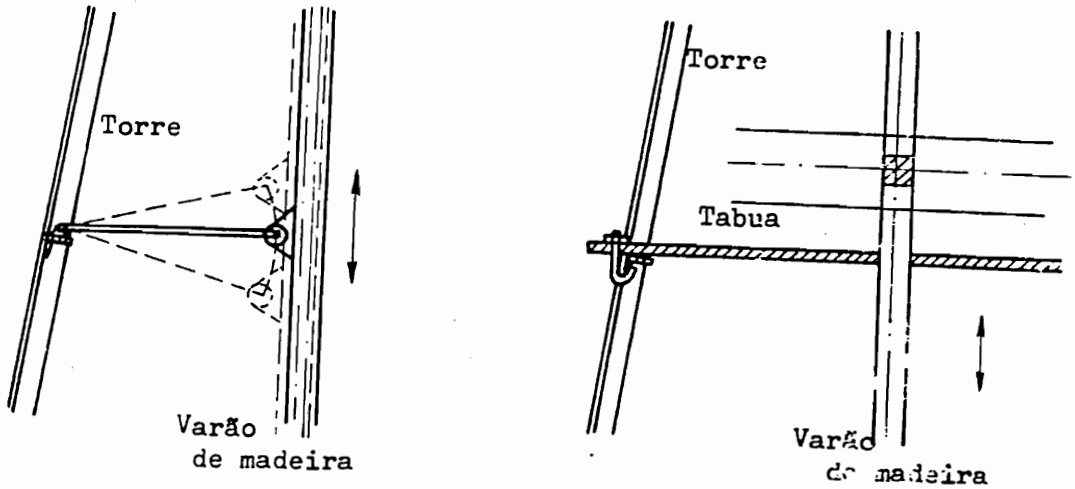


Figura 9.7. - Guia original de varão de bombagem do moinho Dempster e o seu melhoramento

Quando por algum motivo a bomba tem de ser elevada, todos os componentes têm de ser inspeccionados e substituídos se necessário.
As caixas deempanque originais do Dempster são sensíveis às pequenas deslocações e à corrosão. Requerem uma inspecção diária porque o empanque pode desgastar-se muito rápidamente causando perda de água.
Pode-se prevenir isto totalmente utilizando contrapistões de bronze.

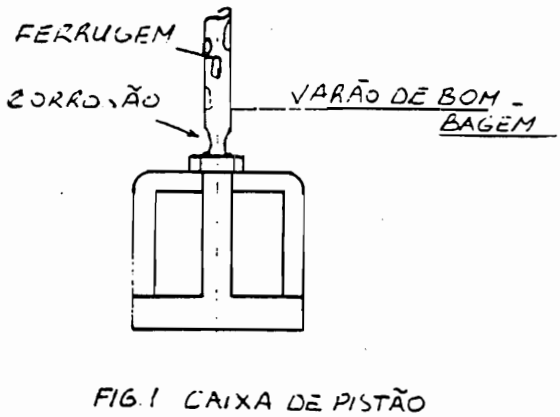
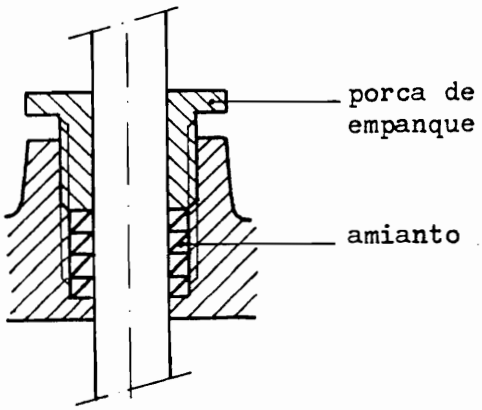


FIG. 1 CAIXA DE PISTÃO

Figura 9.8. - Efeitos de corrosão sobre o tubo de elevação (relatório XVIII)



Pormenor de
empanque

Figura 9.9. - Caixa de empanque Dempster

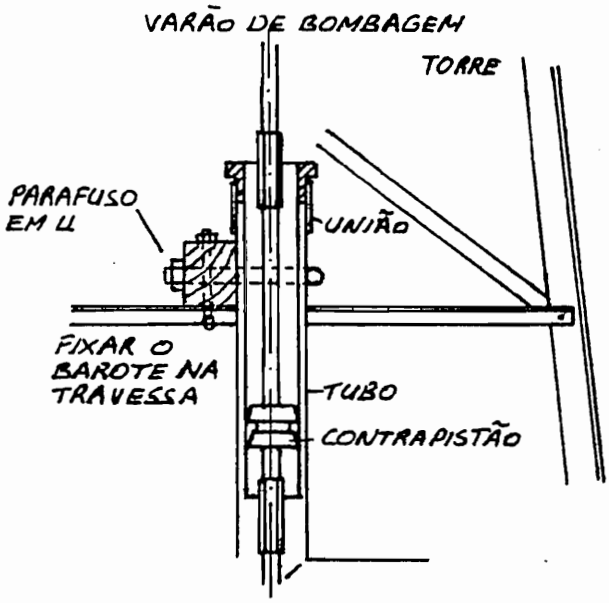
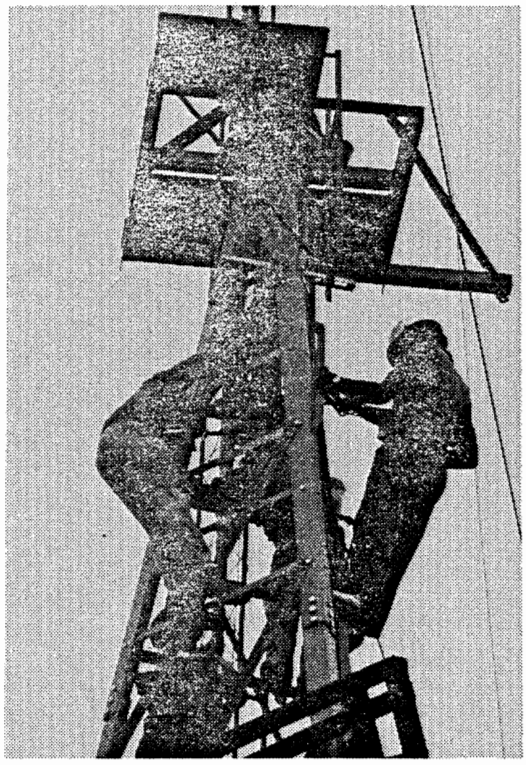
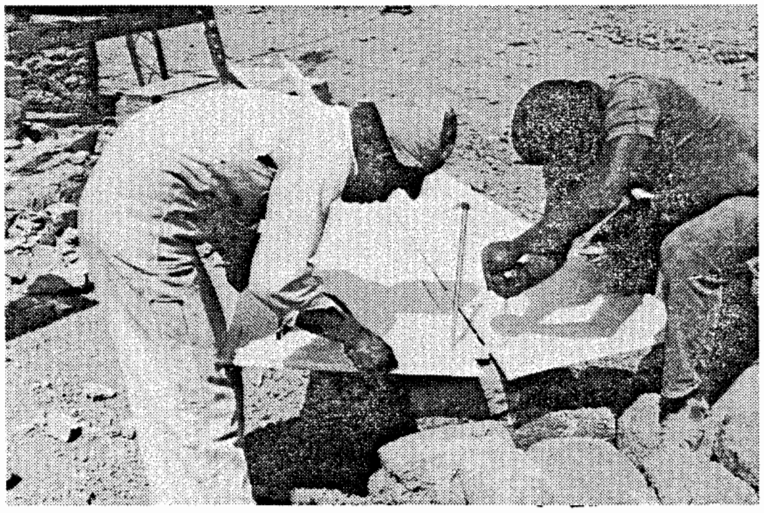


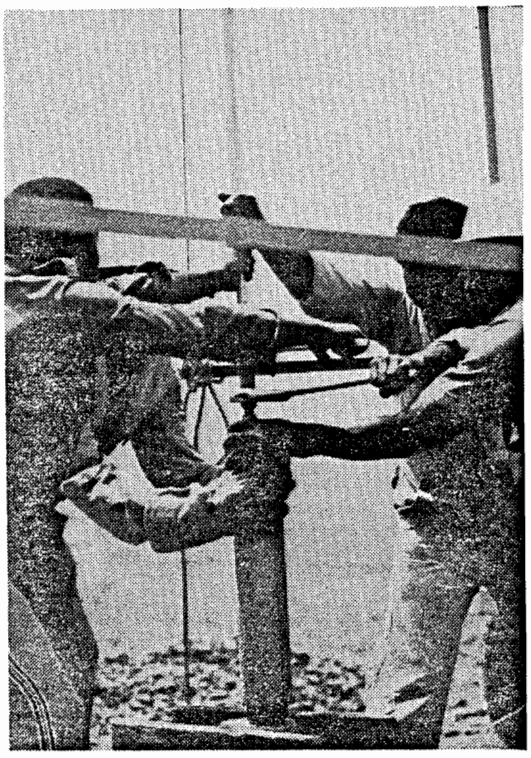
Figura 9.10. - Contrapistão da marca Southern Cross



Instalação de um moinho



Montagem de um catavento Dempster



Instalação de uma bomba

Levantamento de um catavento Southern Cross

BEST AVAILABLE COPY

10. SELECÇAO DE LOCAIS

Nota:
Este capítulo é um sumário do relatório XXI, sem os detalhes técnicos.

10.1. Processo de selecção de locais

Os aspectos seguintes desempenham um papel impórtante quando se investiga que equipamento deverá ser utilizado em determinado local:

- distribuição de provisão de água determinadas pelas autoridades competentes
- custo dos sistemas de bombagem
- características do poço
- características da aerobomba
- dados sobre o vento
- estudo do tamanho dos reservatórios.

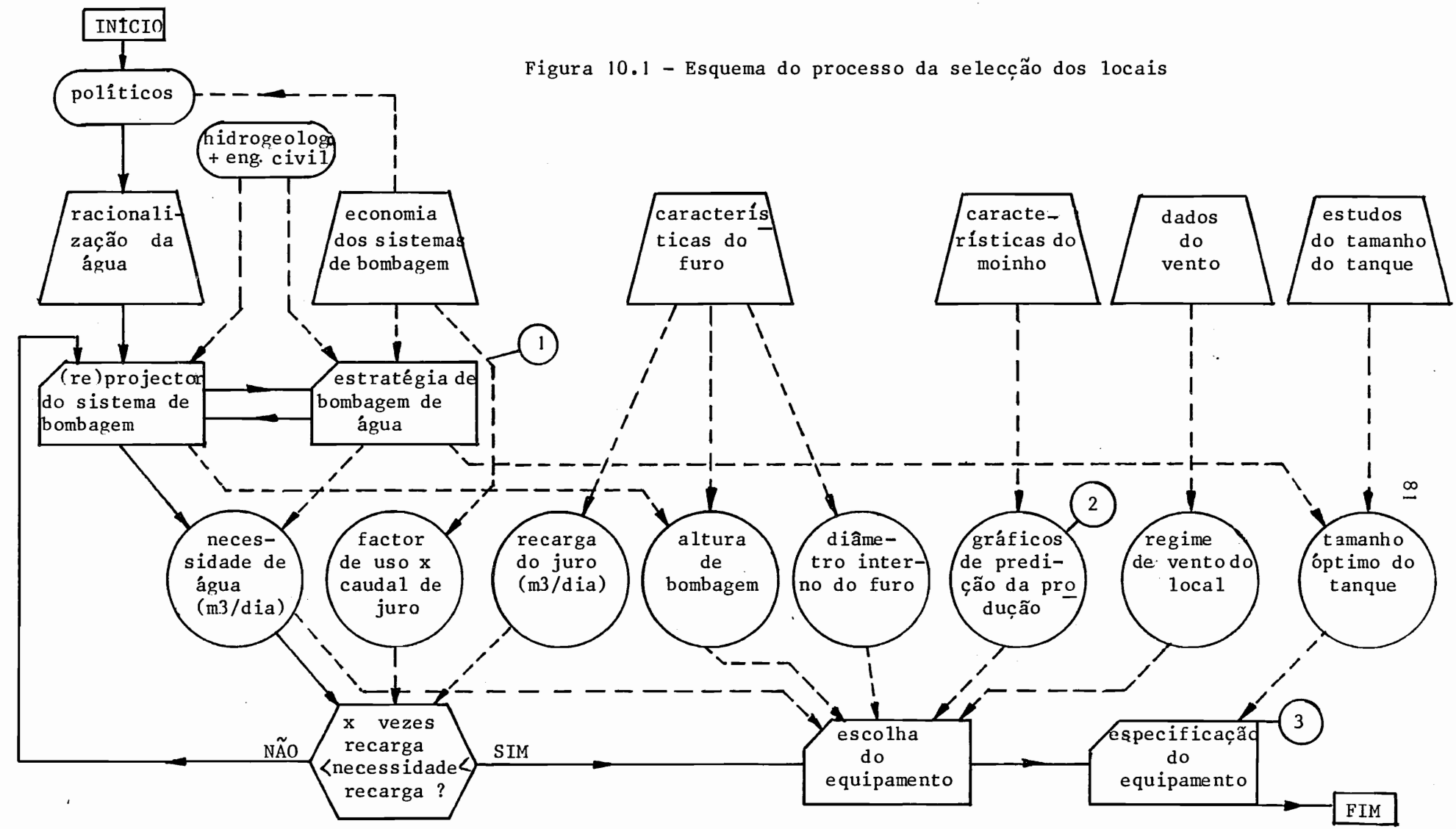
O primeiro passo é projectar o sistema de bombagem de água e determinar o seu uso. Isto é um trabalho feito em conjunto por hidrogeólogo, engenheiro civil e especialista em equipamento de bombagem.
Entao são obtidos os seguintes factores:

- necessidades de água
- factor de utilização da produção máxima do poço
- recarga do poço
- altura manométrica
- diâmetro interno do poço
- prediçao do rendimento da aerobomba
- caracterização do regime de vento do local
- tamanho do reservatório.

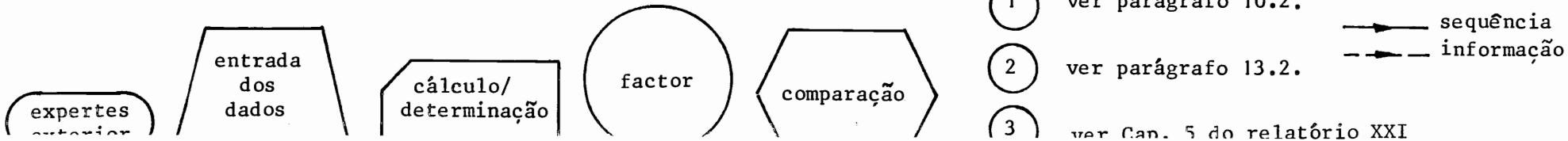
O processo conduz finalmente à escolha do equipamento (aerobomba, aerogerador ou motobomba, e o tamanho) e a sua especificação (diâmetro da bomba, volume do golpe, tamanho dos tubos de canalização, do reservatório, etc.).

A figura 10.1. apresenta o gráfico de operação do processo de selecção de locais.

Figura 10.1 - Esquema do processo da selecção dos locais



LEGENDA



BEST AVAILABLE COPY

10.2. Estratégia de bombagem de água

Como se pode observar no gráfico de operação, um outro elemento importante no processo de selecção de locais é a determinação da estratégia de bombagem de água, ou por outras palavras: qual a maneira mais adequada de se utilizar a água de um determinado poço.
Em Cabo Verde, práticamente, cada situação tem as suas próprias caracterís ticas, mas, mesmo assim, pode-se distinguir 4 situações básicas:

a) A água extraída do subsolo da Achada deveria primeiramente ser utilizada para uso doméstico. A figura 10.2. mostra o esquema.

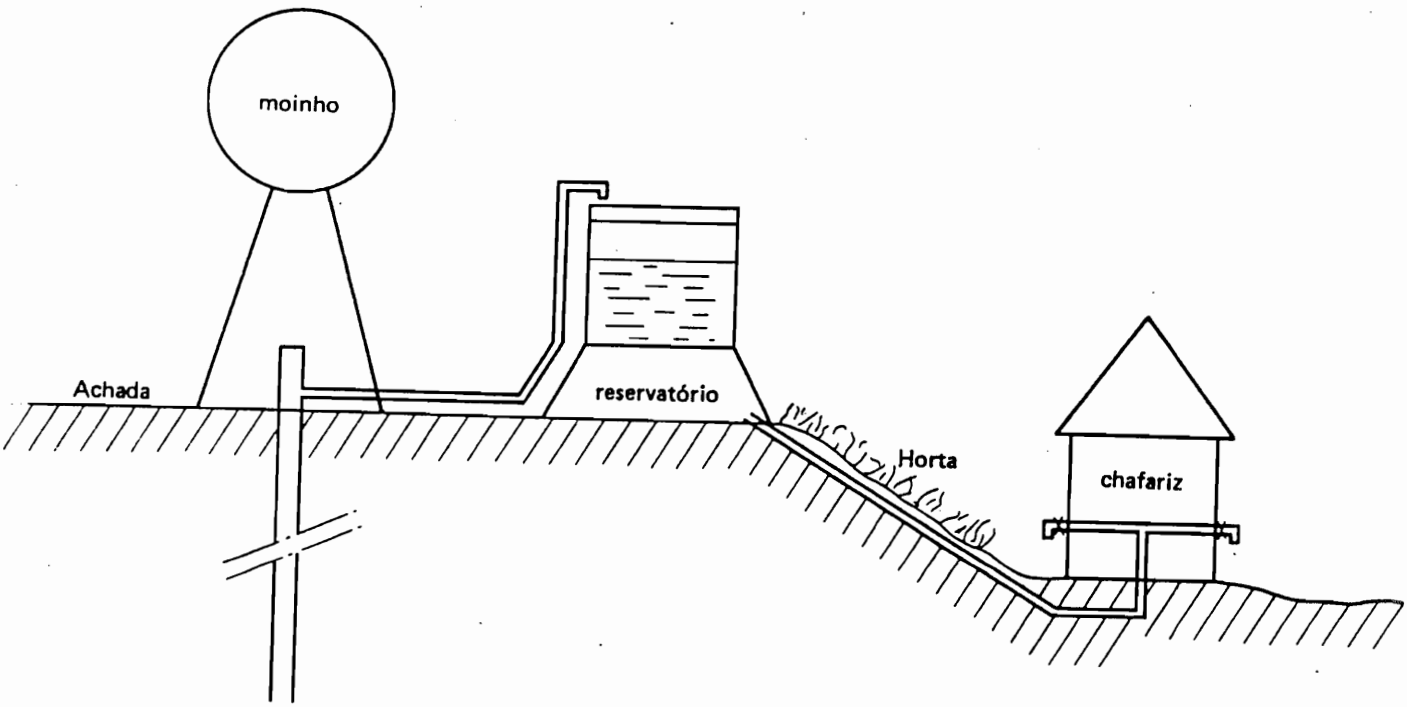


Figura 10.2. - Estratégia A

Como a produção de uma aerobomba sob o regime de vento da Achada varia muito durante o ano (ver fig. 10.3.), há mais água bombeada do que consumida durante os (9) meses ventosos do ano. Esta água pode ser utilizada para irrigação em pequena escala.
A escolha do gráfico de velocidade do vento situa-se de preferência por volta dos 4.5 m/s a fim de assegurar uma boa viabilidade durante os meses de menos vento. Se o curso do moinho puder ser variado, isto pode ser vantajoso da seguinte maneira: curso pequeno durante a estação de vento fraco (Julho a Setembro), curso grande durante o resto do ano.

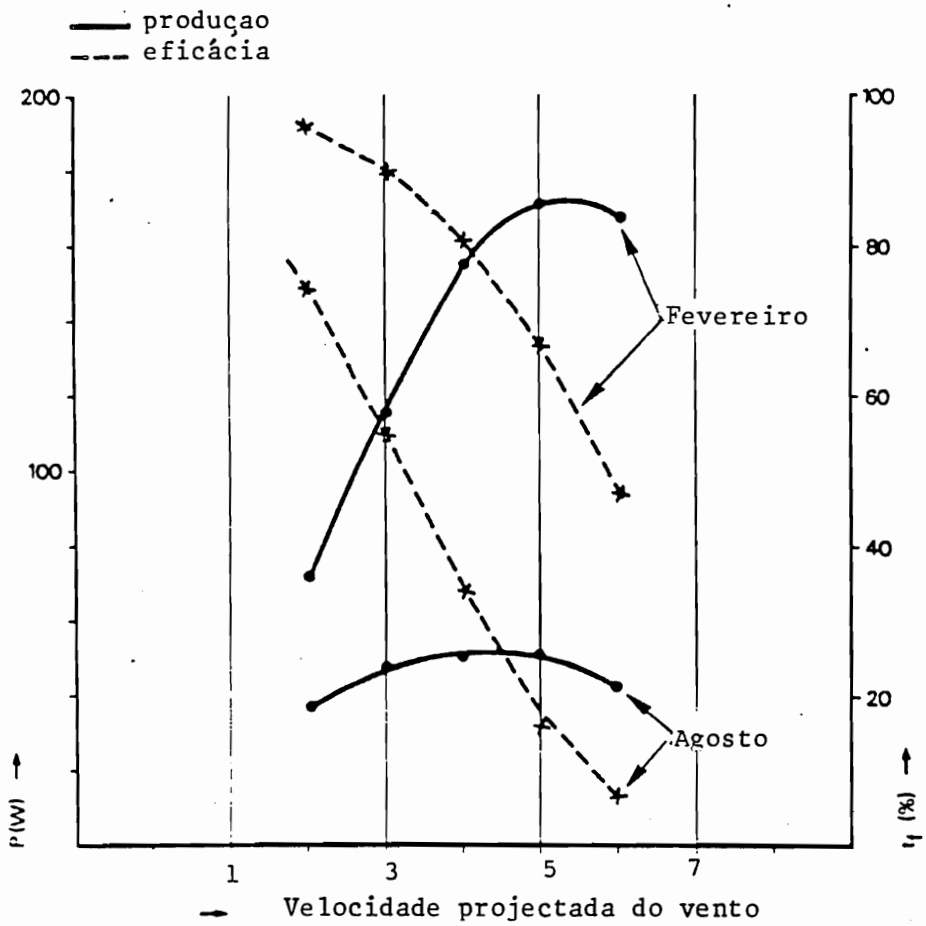


Figura 10.3. - Relação entre produção e disponibilidade de energia nas diferentes estações do regime do vento da Achada e a influência do vento. (Figura do relatório VI).

b) A água extraída do subsolo da Ribeira será, na maior parte dos casos, também utilizada no próprio local.

Nas Ribeiras é muito vantajoso usar água da aerobomba, tanto como para abastecimento à população, como para irrigação, pelas seguintes razões:

- Na estação das chuvas com menos vento, não há necessidade de irrigação. Toda a água bombeada pode ser utilizada para abastecimento à população.
- A quantidade de água potável é geralmente apenas uma pequena percentagem da quantidade necessária para irrigação. Com uma despesa extra, relativamente pequena (reservatório de água potável, fontenário), pode-se resolver o problema de abastecimento de água na região.

A velocidade projectada de ventoé geralmente escolhida à volta de 4 m/s porque esta será, na maior parte dos casos, a velocidade média anual.

A figura 10.4. apresenta o esquema básico.

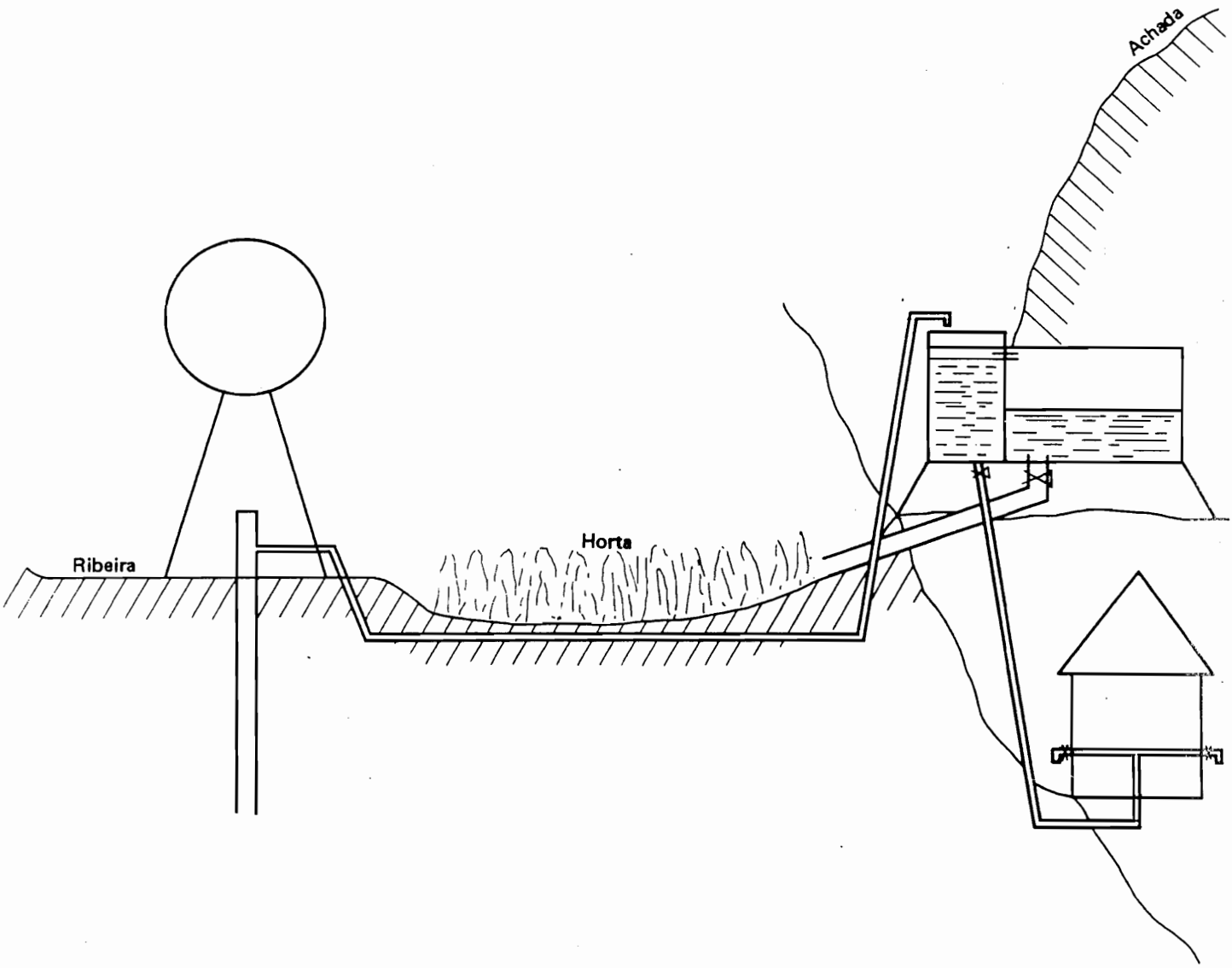


Figura 10.4. - Estratégia B

c) Nalguns casos será necessário bombear água das Ribeiras para as Achadas destinado ao abastecimento de água potável. É (novamente) vantajoso usar água também para irrigação nas Ribeiras. Ver figura 10.5.

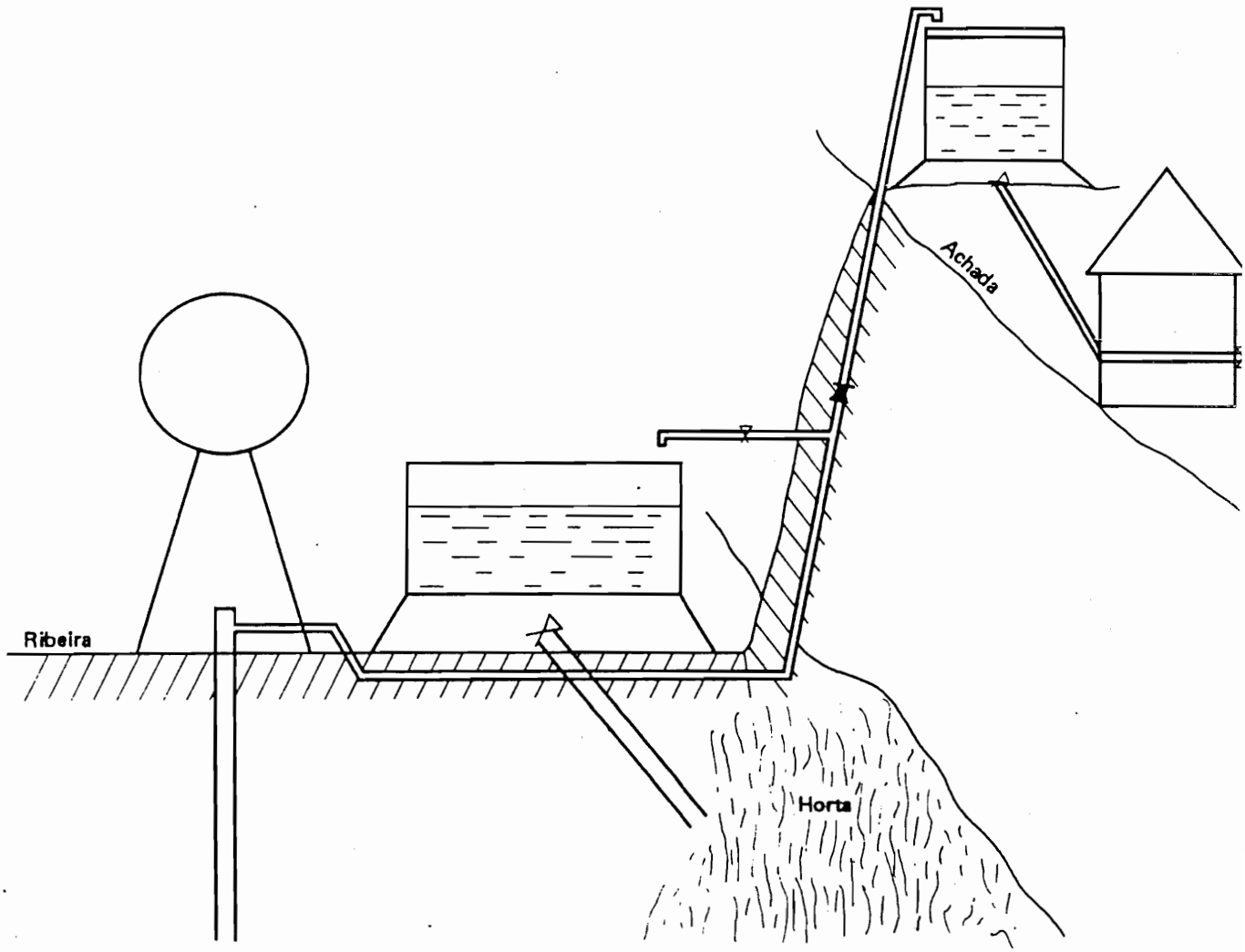


Figura 10.5. - Estratégia C

A única diferença em relação à estratégia B é que a altura manométrica para o abastecimento de água potável é diferente da altura manométrica para irrigação. Para uma maior segurança deve-se escolher o volume de golpe que pertence à altura manométrica mais elevada. Outra maneira, provávelmente mais eficiente, é escolher o volume de golpe maior (do que o que pertence à altura manométrica da Achada) e o guarda deve aproveitar as horas de maior média de velocidade do vento para bombear água para a Achada. Deve-se notar que as Ribeiras possuem, quase de certeza, valores k (coeficiente da forma de distribuição de frequências de vento) mais baixos do que as Achadas.

d) A estratégia D é igual à B e C, mas o equipamento consiste em uma motobomba e aerobomba. Isto é possível apenas no caso dos poços e só é necessário quando a produção do poço é maior do que a quantidade bombeada com a maior aerobomba. (Se isto acontecer com furos, deve-se utilizar um aerogerador).

A escolha do equipamento é feita segundo os gráficos de predição de potência da DER (figuras 13.8 e 13.9 deste relatório).
Seguem dois exemplos de notas técnicas sobre locais. O primeiro escrito em Julho de 1982 e o segundo em Maio de 1984

10.3. Nota técnica E.R., 13 de Julho de 1982

Equipamento do furo FT 5, Flamengos - Santiago
Niko Pieterse - DER/MDR - Julho de 1982

1. Introdução

O equipamento do furo FT 5, na Ribeira dos Flamengos, com uma aerobomba Dempster de 8', foi previsto há mais de um ano.
Estando concluídas as obras de construção civil, a instalação da referida aerobomba será feita no mês de Julho de 1982 pela Divisão de Energias Renováveis.
Esta nota apresenta as justificações técnicas.

2. Dados do furo e necessidades de água

Furo FT 5, perfurado no ano de 1973
Profundidade: 70 m
Dreno: 8 a 36 m
Diâmetro interno do furo; 150 mm
Nível estático: 7 m (1973)
O ensaio de 24 horas com 4,33 m3/hora provocou um desnível de 6 m, a recuperação foi muito boa (1973).

As necessidades de água são de cerca de 15 m3/dia.
A altura manométrica é aproximadamente de 22 m, dos quais 12 m acima da cota do furo.

3. Avaliação eólica do sítio

O furo FT 5 fica a uns 10 metros do poço no. 8, na Ribeira dos Flamengos.
O sítio é completamente aberto `a direcção NE, a direcção predominante do vento. Os únicos obstáculos são as culturas, com uma altura média (menos de 2 metros). Portanto, o sítio é bom para colocar uma aerobomba.

4. O regime do vento

Ficando o sítio numa ribeira que corre a NE,aproximadamente a 4 Kilómetros do mar, o regime do vento é o típico regime das ribeiras, como descrito no relatório de Jos Beurkens, "Energia Eólica para a bombagem de água em Cabo Verde", na página 4 - 10.
Portanto as velocidades médias do vento são o,7 vezes as da estação mete - reológica do Aeroporta da Praia, e a distribuição das velocidades do vento é igual à da Praia.

5. O equipamento

Utilizando os resultados das referências 1. e 2., é possível estimar o caudal diário em cada mês. Admite-se que o caudal diário de um Dempster de 8' seja bastante pequeno no mês de Agosto: sòmente 6 m3/dia. (Nota: o mês de Agosto tem o regime do vento menos favorável - ver referência 2.).
Juntamente com o Director dos Serviços de Melhoramentos Rurais, foi então decidido mudar o equipamento para um Dempster 14'.
Segue uma tabela com os resultados dos cálculos, feitos segundo o método da referência 2. (Altura manométrica = 22 m).

Tabela - Os caudais mensais dum Dempster de 14' em Flamengos

$H = 22$ m $\quad \overline{V} = 0{,}7 \times \overline{V}$ Praia

CAUDAL (m3/dia)

Meses	Vol_{golpe}=1,26 l (V_{arr}= 3 m/s)	Vol_{golpe}= 1,39 l (V_{arr}= 3,16 m/s)	Vol_{golpe}= 2,23 l (V_{arr}= 4 m/s)
Janeiro	23,0	25,4	37,1
Fevereiro	25,1	27,7	41,0
Março	25,7	28,4	42,6
Abril	24,5	27,0	39,8
Maio	27,0	29,8	44,1
Junho	21,4	23,6	32,8
Julho	13,8	15,2	18,7
Agosto	12,9	14,2	17,5
Setembro	12,9	14,2	18,4
Outubro	20,2	22,3	30,9
Novembro	19,9	22,0	30,3
Dezembro	21,1	23,3	33,1

Escolheu-se o volume de golpe de 1,39 l, portanto uma bomba de 3 polegadas com um curso de 12 polegadas. Se no futuro for necessário e possível aumentar o caudal, isso será feito com uma bomba de 4 polegadas. É claro que nesse caso seria preciso aumentar também o reservatório. Uma vez que a entrada do reservatório fica 12 metros acima da cabeça do furo, é necessário utilizar o sistema de empanque do Southern Cross (Ver referência 3.).

6. Conclusão

O furo FT 5, Flamengos, Santiago, pode ser equipado com uma aerobomba Dempster de 14', accionando uma bomba de 3 polegadas com um curso de 12 polegadas.
A média do caudal diário é estimada em 23 m3/dia, com o máximo de 30 m3/dia no mês de Maio, e o mínimo de 14 m3/dia no mês de Agosto.

10.4. Nota técnica E.R., Agosto de 1984

Aerobomba de Ribeirão Chiqueiro

Niko Pieterse
David António Cardoso DER/MDR Maio de 1984

1. Introdução

Esta nota apresenta a justificação do equipamento escolhido para Ribeirão Chiqueiro. Em Maio de 1984 a Direcção dos Serviços de Exploração e Gestão de Águas Subterrâneas encarregou-se de fazer um ensaio de bombagem no furo FBE 53. Este ensaio está analisado no documento "Interpretação do ensaio de bombagem - furo FBE 53", DESEGAS; Emanuel Monteiro.

2. Dados do furo

Furo FBE 53, perfurado em Outubro de 1983
Profundidade: 136 m (114 m)
Nível estático: 99,96 m
Nível dinâmico: 100,00 m com 5 m3/h depois de 24 horas
Altura manométrica: aproximadamente de 105 m, dos quais 1 m acima da cota do furo (reservatório irá ser construido)

3. Necessidades de água

Como este furo tem um caudal relativamente elevado, é conveniente bombear o máximo possível.
A necessidade de água para a população não ultrapassa 10 m3/dia. Caso esta água for também utilizada pela Variante, a quantidade não ultrapassa 10 m3 e o resto da água bombeada pode ser utilizada para irrigação.

4. Regime do vento

O sítio é conhecido pelo seu regime de vento favorável. A DER mediu a velocidade do vento com um anemómetro WP 4000, colocado a 12 metros de altura, de Janeiro a Março de 1984.

Tabela - Relação entre a velocidade do vento de Ribeirão Chiqueiro e Praia

Meses	V_{Praia} (m/s)	$V_{Rib.\ Chiq.}$ (m/s)	$\frac{V_{Praia}}{V_{Rib.Chiq.}}$	Factor de correlação r
1. Durante a noite (das 18 às 6 horas)				
Janeiro	9.39	9.23	0.98	0.70
Fevereiro	6.64	6.87	1.03	0.72
Março	6.46	6.90	1.07	0.82
2. Durante o dia (das 6 às 18 horas)				
Janeiro	10.5	8.26	0.79	0.81
Fevereiro	8.82	6.78	0.77	0.65
Março	8.21	7.60	0.93	0.76
		Média:	0.93	

Pode-se concluir nesta tabela que durante a noite a velocidade do vento parece ser ligeiramente mais alta em Ribeirão Chiqueiro do que na Praia e o contrário durante o dia. A média da relação entre a Praia e Ribeirão Chiqueiro é 0.93, donde se pode concluir que é justo utilizar os gráficos de potência do regime de vento da Achada.

5. Escolha do equipamento

Foi escolhida a maior aerobomba, Southern Cross 25', que a DER possuia no momento. A altura manométrica é de 105 m e com a utilização de uma bomba de diâmetro de 3 polegadas (ver relatório XXI), o caudal será aproximadamente de 70 m3/dia.
Será feito no pistão um buraco de arranque de 1,5 mm para facilitar o arranque do moinho.

11. DOIS CASOS DE ESTUDO

11.1. Achada de São Filipe

Em 1977, a Achada de São Filipe, a 6 Km da Praia, era um autêntico deserto onde se podia ver apenas areia e pedras.
Agora em 1984, graças ao programa de reflorestação e às actividades de bombagem de água da DER, tem um aspecto totalmente diferente.
O sistema de bombagem da água em São Filipe está traçado nas figuras 11.1. e 11.2.

Descrição

O protótipo CWD 5000 e o Southern Cross de 25' normalmente bombeiam para um grande depósito (300 m3) o qual é um tanque aberto para a irrigação por meio de gravidade, experiência ainda não realizada pelo Centro de Estudos Agrários do MDR. A área de possível irrigação é de cerca de 2,5 ha.
O Dempster de 14' bombeia para um reservatório de água potável de 50 m3. Daí, por meio da gravidade, a água vai para:

- o armazém de protecção às culturas vegetais
- escritórios do MDR e oficina da DER
- viveiros da FAO - projecto de reflorestação
- o segundo reservatório de água potável de 40 m3.

O Dempster de 8' bombeia para um reservatório de 40 m3, de onde a água vai, por gravidade, para a povoação de São Filipe (2 fontenários) e para um bebedouro.
O Southern Cross e o protótipo também podem estar ligados ao reservatório de 50 m3.

Necessidades de água

- 2,5 ha de irrigação (100 m3/dia)
- cerca de 100 pessoas nos escritórios e oficinas
- água para as obras de construção civil (bases de aerobombas da DER, diques (melhoramentos rurais) e outros (FAO).
- viveiro da FAO (cerca de 5 m3/dia durante 5 meses por ano)
- 500 habitantes em São Filipe (12,5 m3/dia)
- número desconhecido e muito variável de gado.

BEST AVAILABLE COPY

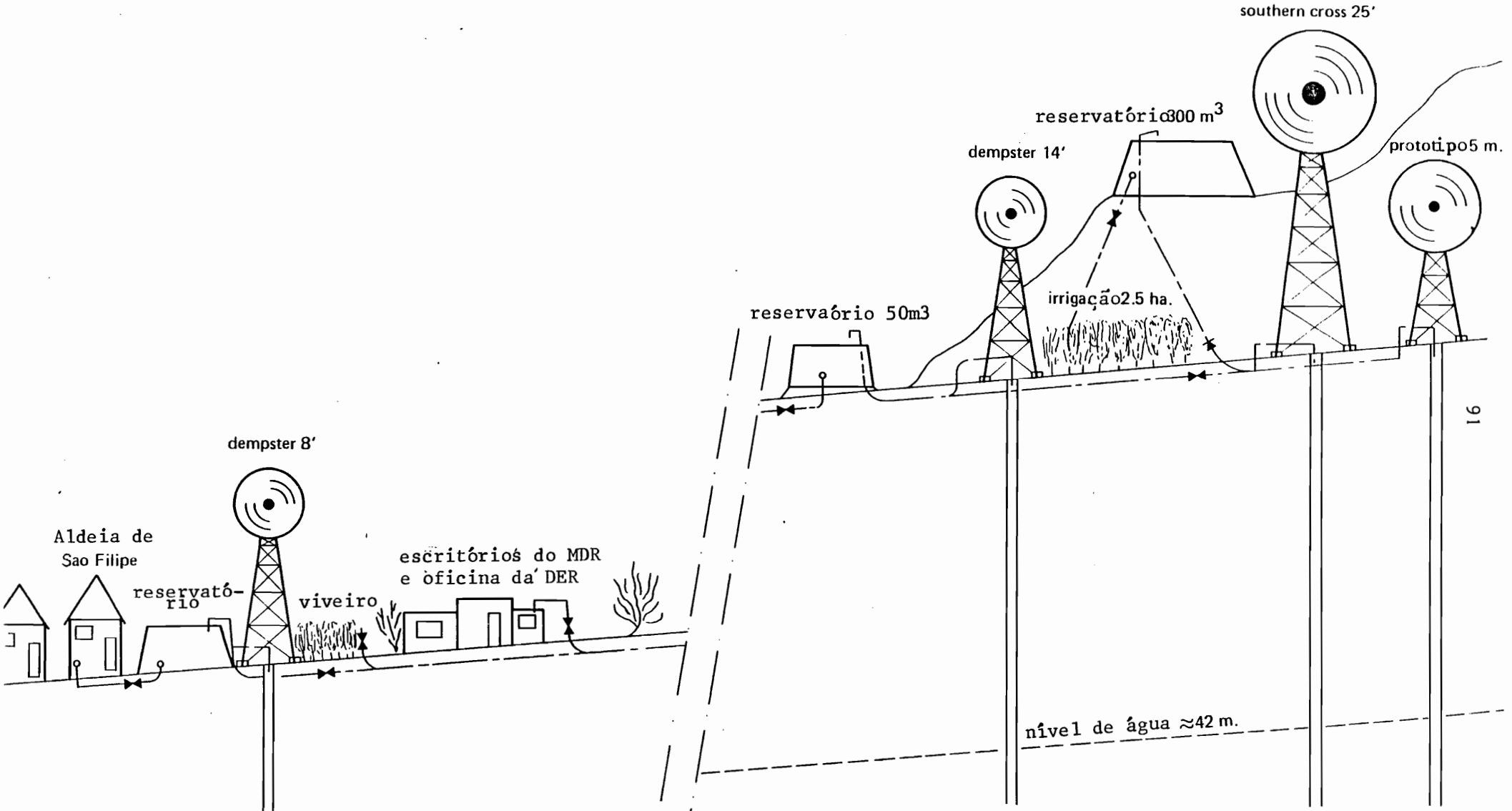


Figura 11.1 Representação do sistema de fornecimento de água.

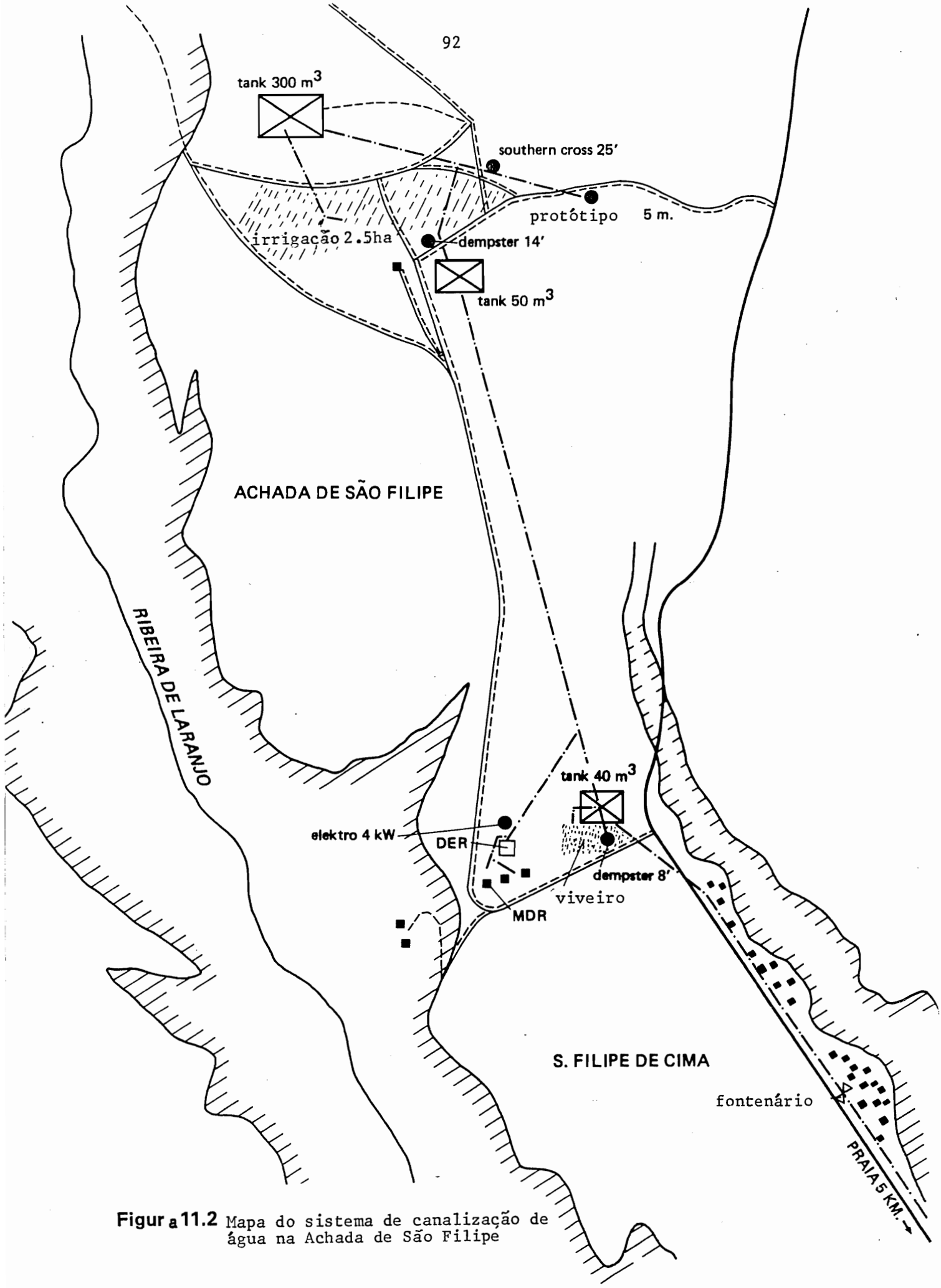


Figura 11.2 Mapa do sistema de canalização de água na Achada de São Filipe

Capacidade da bomba (ver figura 13.8)

Southern Cross de 25'	:	95 m3/dia com uma altura manométrica de 75 m (para o reservatório grande) 105 m3/dia com uma altura manométrica de 50 m (para o reservatório de 50 m3)
Protótipo de 5 m	:	na teoria 75 m3/dia, mas como o moinho é experimental, não está sempre em funcionamento (modificações)
Dempster de 14'	:	36 m3/dia (50 m de altura manométrica)
Dempster de 8'	:	14 m3/dia (40 m de altura manométrica)

Estratégia de bombagem

O Southern Cross e o protótipo foram projectados para uma altura manométrica de 75 m e por isso quando estão ligados ao reservatório de 50 m3 (altura manométrica de 50 m) funcionam com uma velocidade de vento baixa e começam a bombear mesmo com essa velocidade. Isto acontece principalmente na estação das chuvas, quando não é necessário água para irrigação. Eles podem então ajudar os dois Dempsters para o abastecimento de água potável. Consequentemente, os Dempsters foram projectados para uma velocidade de vento relativamente alta a fim de ter maior proveito do bom regime de vento da Achada durante 9 meses por ano.
Como existe uma ligação entre o reservatório de 40 m3 e o de 50 m3, o Dempster de 8' pode receber ajuda de todos os outros 3 moinhos.
Este sistema esteve em funcionamento (nesta configuração) mais de um ano e durante este período a água só faltou 2 dias , quando dois imprevistos aconteceram ao mesmo tempo:Pouco vento e o Southern Cross estava sob reparação.

11.2. Achada Baleia

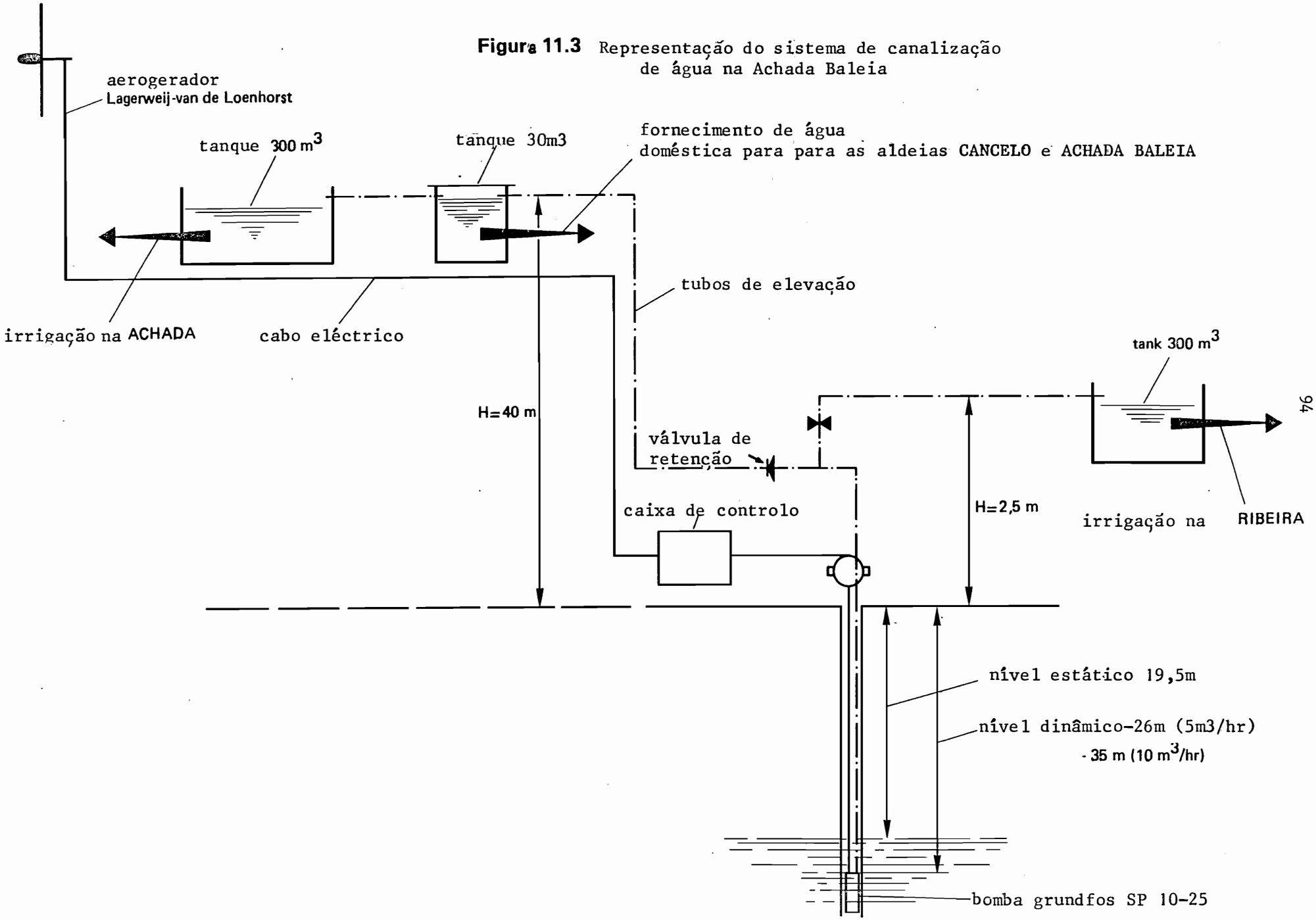
Em Setembro de 1981 foi instalado na Achada Baleia um aerogerador AEROWATT 4100 FP7, accionando, através de uma transmissão eléctrica e de uma caixa de controlo, uma bomba submersível no furo FT 25 (na Ribeira de S. Domingos). Ver o sistema traçado na figura 11.3.
Devido a vários problemas técnicos (descritos em 3.2.), o sistema funcionou apenas, intermitentemente, durante menos de um ano.
O aerogerador está actualmente estragado e será substituído em Setembro de 1984 por um aerogerador Lagerweij-Van de Loenhorst, financiado pelo projecto CWD.

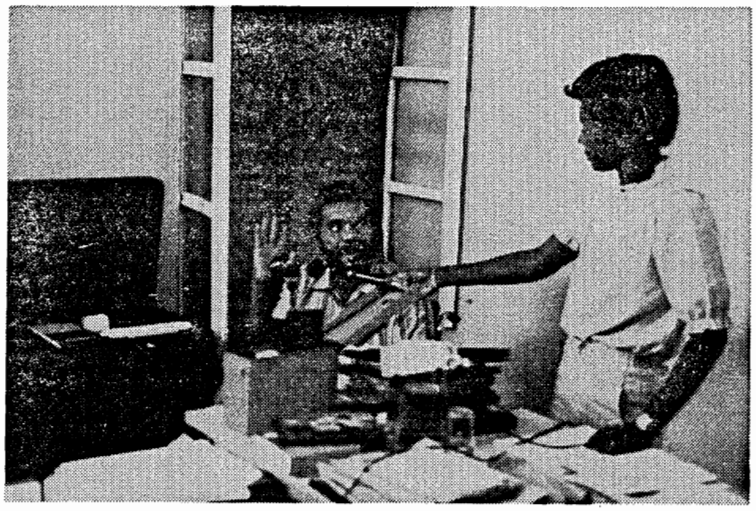
Descrição

A água é bombeada tanto para a Ribeira como para a Achada e controlada apenas por uma válvula.
Na Achada, a finalidade da água é dupla (de dois reservatórios):
- abastecimento de água potável à população de Cancelo (aproximadamente 400 pessoas)
- água para irrigação (devido a várias avarias ainda não começou).

Na Ribeira a água é bombeada para um reservatório para fins de irrigação. A quantidade de água elevada devia ser de 125 m3/dia, quando bombeada para a Achada e de 225 m3/dia quando bombeada para a Ribeira, mas isto nunca se realizou, por motivo do mau funcionamento do aerogerador.

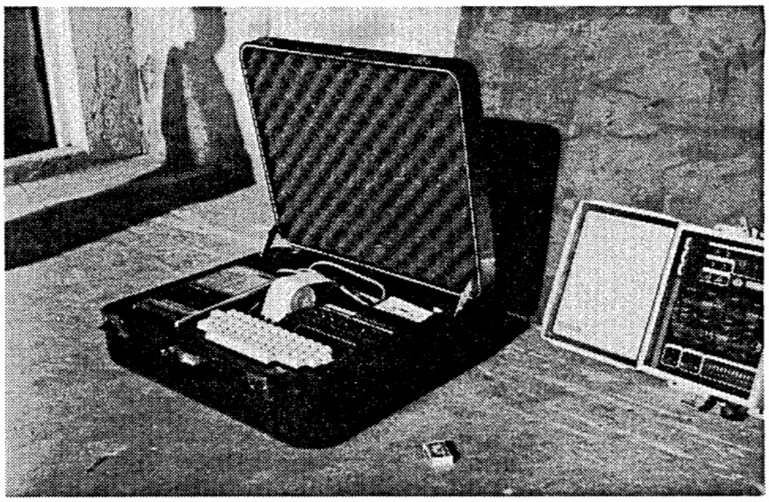
Figura 11.3 Representação do sistema de canalização de água na Achada Baleia

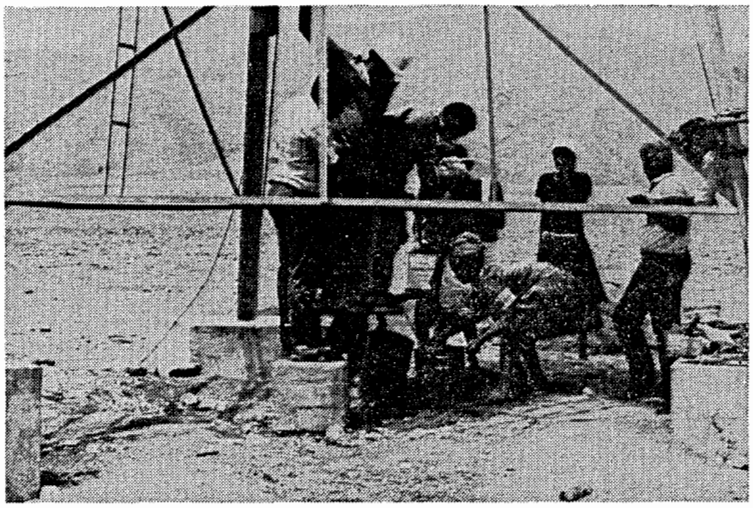




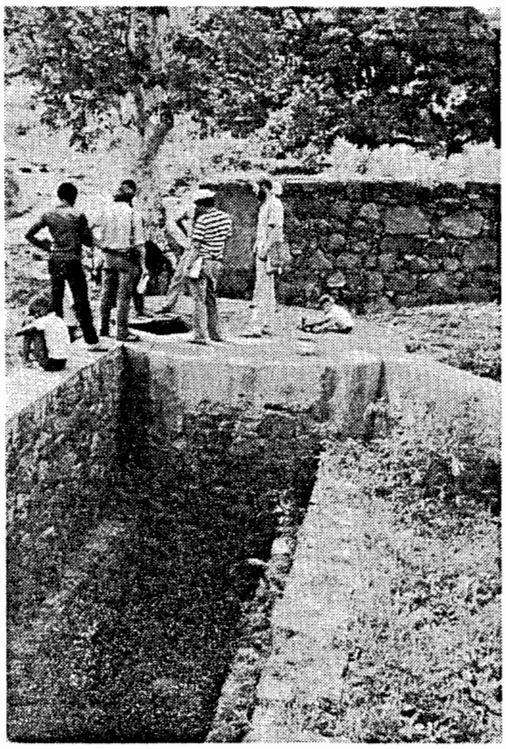
Sr. Cardoso explicando ao repórter da TVEC o funcionamento de um anemómetro

Um micro-computador para elaborar os dados do vento





A primeira água bombeada por um moinho



A equipa que selecciona o local

BEST AVAILABLE COPY

12. ELABORAÇÃO DE DADOS SOBRE O VENTO

Nota:
todos os dados mencionados neste capítulo estão no relatório XVII ou VI.

12.1. Equipamento

A DER utiliza os anemómetros Maximum WPA-10, que podem ser usados tanto com o medidor de velocidade de vento Aeolian Kinitics WP 4000, ou com o registador automático MS 778 da mesma marca.
O anemómetro está instalado a uma altura de 10 m, sobre um mastro que consiste em dois tubos galvanizados, um de 1 1/4" e outro de 1". Este último está fixado no de 1 1/4" por meio de parafusos. O mastro está seguramente preso por cordas de nylon, a 6 e 10 m de altura que estão ligadas ao bloco de cimento (ver figura 12.1.).
O equipamento pode ser reinstalado por uma equipa de 6 pessoas

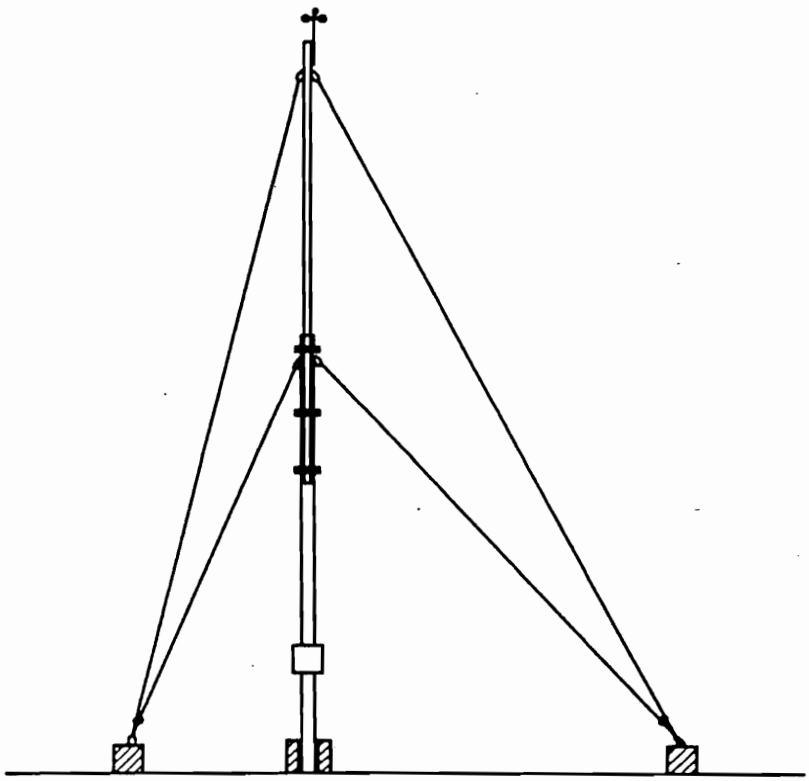


Figura 12.1. - Estação de medição do vento (transportável) da DER

O guarda faz as leituras do WP 4000 duas vezes por dia, normalmente, às 6 e às 18 horas. A velocidade do vento diurna e nocturna são calculadas e catalogadas no escritório. A DER utiliza o MS 778 para medir as velocidades do vento horárias e tem 2048 memórias, o suficiente para 85 dias. A cada 85 dias os dados são retirados do MS 778 pelo microprocessador Rockwell AIM 65 (adaptado por Aeolian Kinetics) e guardados em cassette. O AIM 65 tem programas próprios para catalogar os dados e calcular a distribuição de frequên

cia mensal (incluindo a velocidade média e o factor padrão de energia) e as velocidades diurna e nocturna.
Os resultados são impressos em papel pelo AIM 65. Os programas de elaboração foram desenvolvidos pela DER. Nos parágrafos seguintes são apresentados alguns exemplos e resultados

12.2. Aeroporto da Praia

As velocidades horárias são introduzidas manualmente no AIM 65 através do teclado. Todos os dados são guardados em cassette.
A distribuição de frequência mensal é calculada com o AIM 65, usando um programa desenvolvido pela DER. Aqui segue o texto do programa e um exemplo de elaboração de dados

Identificação: PRAIA
Guardado na cassette no.3, lado A, revs. 195-201
Linguagem : BASIC

```
10 DIMKL(40)
50 VG=0:VCUB=0
60 INPUTN
70 FOR I=0 TO Nx24-1
80 V=PEEK(2048+I)
90 Q=INT(V/16)x10 + (V-INT(V/16)x16)
100 V=Q
110 VG=VG+V
120 VCUB=VCUB+V^3
130 A=INT(V/2)
140 KL(A)=KL(A)+1
150 NEXT
155 NTT=Nx24
160 B=0
170 VG=VG/(NTTx3.6)
180 VCUB=VCUB/(NTTx3.6^3)
190 KE=VCUB/VG^3)
200 FOR J=0 TO 40
210 B=B+KL(J)
220 PRINT!2xJ;KL(J),INT((B/NTT)x1000+.5)/1000
230 NEXT
240 PRINT!"     V-MES=";INT(VGx100+.5)/100
250 PRINT!"     KE=";INT(KEx100+.5)/100
260 PRINT!"     NTOT=";NTT
270 END
```

DITRIBUIÇÃO DE
FREQUENCIAS
PRAIA AEROPORTO
MÊS DE MAIO
DE 1984

CLASSE	HORAS	F(V)
0	1	1E-03
2	0	1E-03
4	0	1E-03
6	0	1E-03
8	4	7E-03
10	2	9E-03
12	7	.019
14	5	.026
16	17	.048
18	17	.071
20	46	.133
22	47	.196
24	59	.276
26	62	.359
28	50	.426
30	63	.511
32	71	.606
34	58	.684
36	73	.782
38	46	.844
40	47	.907
42	29	.946
44	16	.968
46	12	.984
48	8	.995
50	4	1
52	0	1
54	0	1
56	0	1
58	0	1
60	0	1
62	0	1
64	0	1
66	0	1
68	0	1
70	0	1
72	0	1
74	0	1
76	0	1
78	0	1
80	0	1

V-MES= 8.57
KE = 1.21
NTOT = 744

Obs:
As classes são em Km/h, assim a classe "0" consiste em velocidades de vento 0 e 1 Km/h, etc. A segunda coluna mostra o número de horas da classe e a terceira coluna a distribuição cumulativa de frequência.

V-MÊS ($V_{mês}$) é em m/s
NTOT é o número de horas de cada mês

Os relatórios VI e XVII contêm todas as distribuições de frequência da Praia, de 1975 a 1983 (8 anos). Baseados nestes 8 anos foram determinados os intervalos de probalidade (95%) das velocidades médias mensal e anual;

Quadro 12.1. - Intervalos de probabilidade da velocidade média mensal do Aeroporto da Praia (95%)

Mês	Limite mínimo (m/s)	Limite máximo (m/s)
Janeiro	6.52	7.82
Fevereiro	7.31	8.51
Março	7.34	8.20
Abril	6.74	8.12
Maio	7.76	8.32
Junho	6.35	7.03
Julho	4.80	5.50
Agosto	4.36	5.16
Setembro	4.52	5.60
Outubro	5.87	6.95
Novembro	6.16	6.70
Dezembro	6.29	7.81
Ano	6.52	6.80

A densidade de potência do vento P (em Watts/m2) pode ser calculada da velocidade média do vento e do factor padrão de energia K_E: $P = \frac{1}{2}K_E \overline{V}3$. Calculando P, para todos os meses, pode-se concluir o "ano vento", que está dividido em 3 períodos:

- período 1 : Janeiro - Março com $P > 300$
- período 2 : Julho - Setembro com $P < 200$
- período 3 : Junho + Out. - Dezembro com $200 < P < 300$

Assim, com aerobombas óptimamente projectadas, a sua produção irá variar bastante durante o ano no regime de vento da Praia.
Obtêm-se os factores Weibull k e c utilizando o método gráfico com o papel Weibull. Este método foi desenvolvido pelo Grupo de Energia Eólica, em Eindhoven (sócios do CWD).

Os resultados seguem no próximo quadro. Um exemplo da utilização do papel Weibull está apresentado no parágrafo 12.3.

Quadro 12.2. - Factores Weibull k e c para o Aeroporto da Praia

Mês	1975 - 1983		1982		1983	
	k	c(Km/h)	k	c(Km/h)	k	c(Km/h)
Janeiro	3.3	30	3.1	29	3.7	31
Fevereiro	3.6	32	5.2	35	3.8	29
Março	3.9	33	2.8	30	3.0	33
Abril	3.3	32	3.5	30	3.6	31
Maio	3.7	33	3.9	31	3.6	35
Junho	3.0	28	3.5	27	3.2	26
Julho	2.6	21	2.9	23	3.1	23
Agosto	2.7	19	3.0	22	2.6	21
Setembro	2.1	21	3.7	26	2.1	21
Outubro	3.0	27	3.3	29	1.8	23
Novembro	3.4	28	3.3	27	3.0	26
Dezembro	3.6	28	5.0	35	5.0	32

Comparando estes dados com a divisão em 3 períodos, pode-se observar que os períodos também podem ser classificados com factores Weibull:

- período 1: Janeiro - Maio $k \geqslant 3$ e $c \geqslant 30$ Km/h
- período 2: Julho - Setembro $k < 3$ e $c < 30$ Km/h
- período 3: Junho+Outubro - Dezembro $k \geqslant 3$ e $c < 30$ Km/h

12.3. Achada de São Filipe

Desde Maio de 1982 que as medições de vento nesta Achada são efectuadas com um MS 778 (anteriormente com um medidor de velocidade Stewart). A Achada de São Filipe serve de local de experiências da DER, porque aí estão instalados todos os tipos de aerobombas que a DER dispõe.
As medições de vento são importantes, acima de tudo, para medições de rendimento a longo prazo, os quais estão sendo executados (ver capítulo 13).
Com a ajuda do AIM 65, são calculadas as distribuições de frequência mensal e as velocidades de vento diurna e nocturna, com programas idênticos aos do Aeroporto da Praia.
Foram obtidos os factores de relação entre o local de medição do vento e os locais onde estão instaladas aerobombas, para média de velocidade durante 12 horas:

- entre o Aeropower e o MS 778: relação (entre a média das velocidades do vento) 1.06, factor de correlação 0.96;
- entre o Southern Cross e o MS 778: relação 1.02, correlação 0.75 (esta correlação relativamente baixa é devida, provàvelmente, aos efeitos estimulantes do Monte Vaca);
- entre o Dempster de 8- e o MS 778: relação 1.06, factor correlação 0.98.

Fez-se também a comparação com o Aeroporto da Praia. São comparadas a média mensal das velocidades de vento e os factores Weibull k e c. A média da relação do vento entre Praia e São Filipe é de 0.92, com um factor de corre-

lação de 0.85. É interessante notar que os factores de correlação para cada um dos três períodos de vento, diferem grandemente um do outro. No caso de São Filipe:

- período 1: r=0.95
- período 2: r=0.995
- período 3: r=0.06

Isto também foi observado noutras estações (Achada Baleia, Achada Lém), embora o exemplo não seja sempre o mesmo. O número de medições e os locais ainda não são suficientes para se poder determinar as causas deste fenómeno. Uma vez determinadas, isto pode indicar onde e quando uma boa correlação implica que as distribuições de frequência são identicas.. A medição da média de velocidade do vento é o suficiente para obter o regime de vento de um local.

Faz-se fàcilmente a comparação dos factores Weibull k e c com o papel Weibull ver figura 12.2, onde se comparam as distribuições de frequência cumulativa (Abril 1983) de São Filipe e Praia.

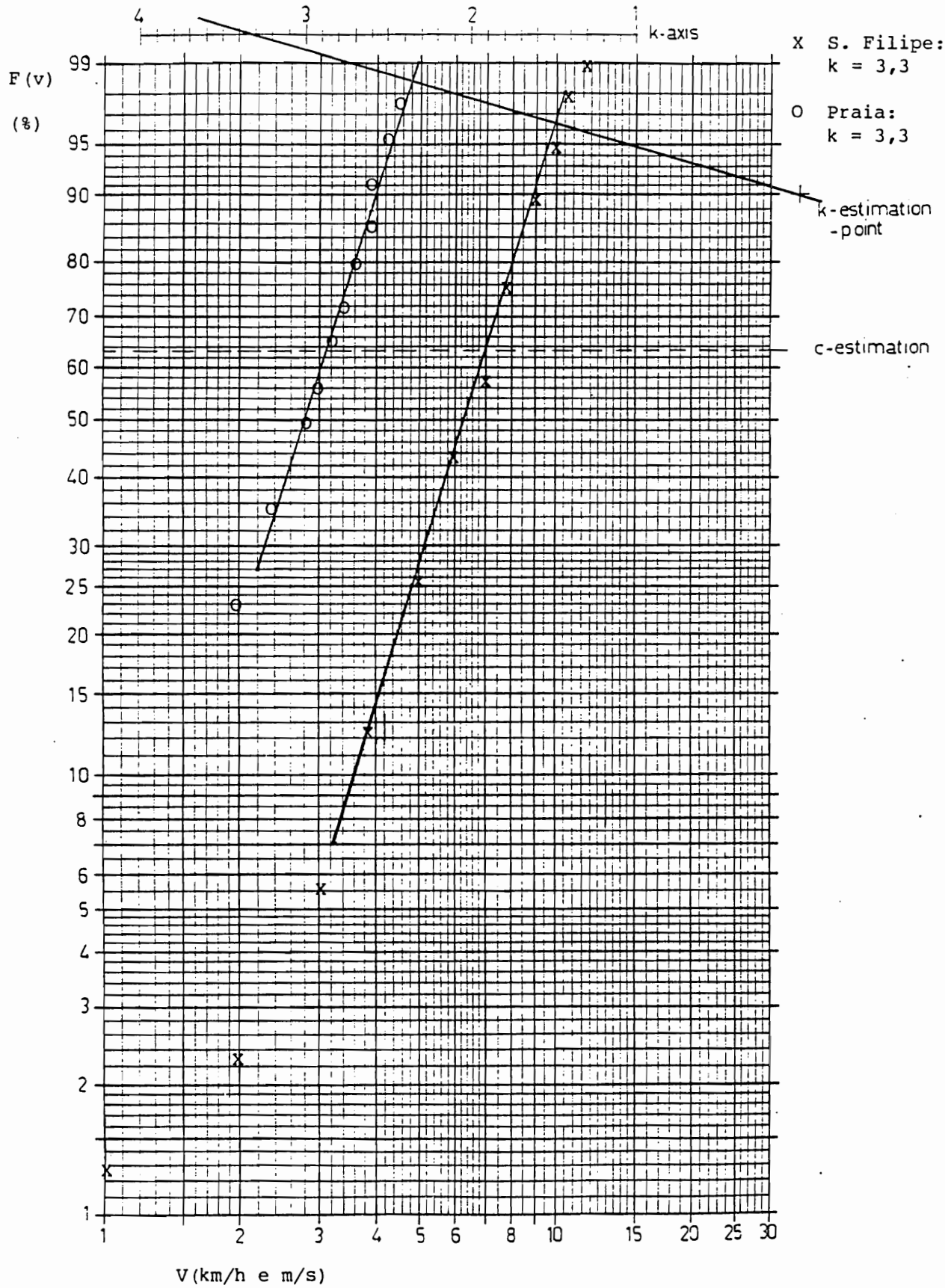


Figura 12.2. - Determinação dos factores Weibul k e c da distribuição cumutativa das frequências.

12.4. Ribeira dos Saltos, Flamengos e São Miguel

Até agora a DER fez relativamente poucas medições nas Ribeiras. As que existem (relatório XVII) indicam que a velocidade média anual nas Ribeiras é menor do que foi estimado (ref. 2). A ref. 2 indica que a velocidade média anual do vento é 0,7 vezes o da Praia.
A hipótese da DER é a seguinte:

- no período 1 e 3: 0,55 vezes Praia
- no período 2 : 0,75 vezes Praia

Esta hipótese tem de ser confirmada.
Com este objectivo começou a primeira campanha nalgumas Ribeiras no início de 1984. As estações de medições são apresentadas na figura 12.3.

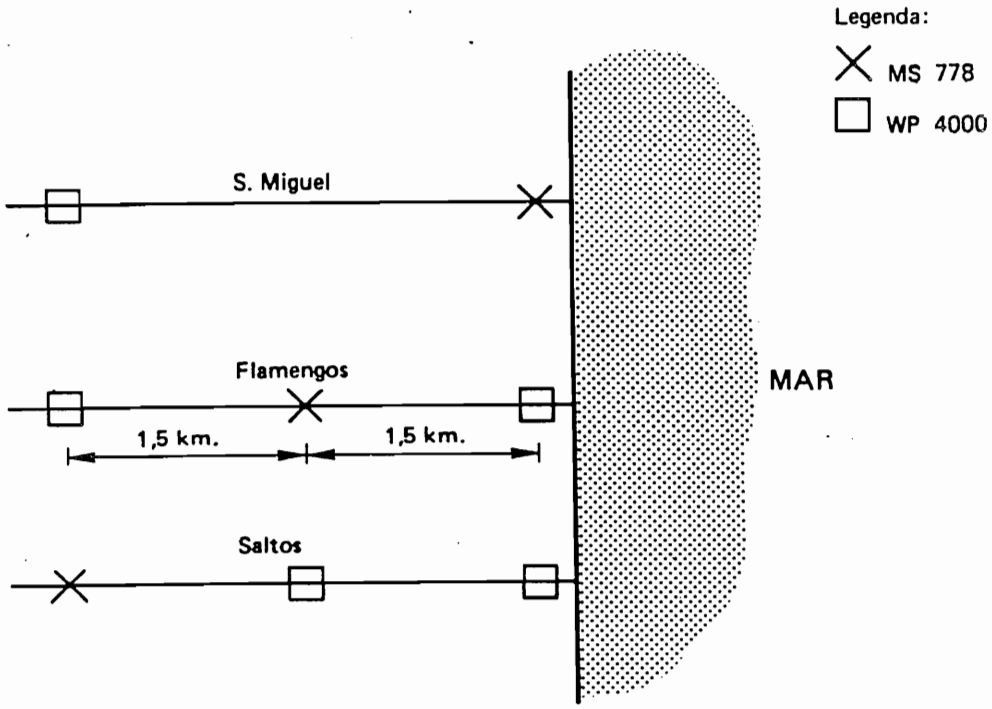


Figura 12.3. - Configuração dos anemómetros das Ribeiras dos Saltos e São Miguel.

Estas medições estão sendo efectuadas e por isso ainda não podem dar os resultados. Durante a estação das chuvas os anemómetros têm de ser retirados por causa da corrente das cheias.

12.5. Ribeirão Chiqueiro

Foi perfurado aqui um novo furo em Novembro de 1983.
As velocidades de vento neste local foram medidas durante 3 meses com um WP 4000, que era lido duas vezes por dia. Os resultados estão apresentados no quadro 12.3.
Concluiu-se que a predição de rendimento para o regime de vento da Achada (ver figura 13.8.) podia ser aqui utilizada.
A DER escolheu um Southern Cross de 25' com uma bomba de 3", que fornecerá 70 m3/dia e a altura manométrica é de 105 m.

Quadro 12.3. - Relação Ribeirão Chiqueiro - Praia

Mês	V_{Praia} (m/s)	$V_{R.Chiq.}$ m/s	V_{Praia} / $V_{R.Chiq.}$	Facto de correlação r
1. Durante a noite (das 18 às 6 h)				
Janeiro	9.39	9.23	0.98	0.70
Fevereiro	6.64	6.87	1.03	0.72
Março	6.46	6.90	1.07	0.82
2. Durante o dia (das 6 às 18 h)				
Janeiro	10.50	8.26	0.79	0.81
Fevereiro	8.82	6.78	0.77	0.61
Março	8.21	7.60	0.93	0.76

13. MEDIÇÕES DE RENDIMENTO

13.1. Medições de dez minutos

Realizaram-se medições de rendimento de 10 minutos (potência vs velocidade do vento) no Dempster de 8' na Achada de São Filipe. A velocidade do vento foi medida com um anemómetro maximum WPA-10 e um registador Aeolian Kinetics WP 4000.
A quantidade de água foi medida contando o número de golpes em dez minutos e multiplicando depois pelo volume de golpes vezes eficiência volumétrica. O volume de golpe foi 0,44 litros. A eficiência volumétrica foi obtida enchendo um tambor de 200 l e dividindo os 200 l pelo número de golpes que levou a encher o tambor. Pensa-se que a eficiência volumétrica permanece constante independentemente da velocidade rotativa. A eficiência volumétrica foi 0,95.
A altura manométrica foi obtida medindo o nível de água e acrescentando 5 m para a distância vertical furo-reservatório e 2 m para as perdas no tubo. O nível de água permaneceu pràticamente constante e a altura manométrica foi de 40 m.
As próximas duas páginas mostram os resultados das medições (reproduzidas do relatório XXIV, no. 3) e de acordo com o padrão IEA a apresentação é feita com o "método de bins".
Na figura 13.5. "η.total" significa: potência líquida da água elevada dividida pela velocidade média ao cubo, vezes a área da ventoinha.

A seguir vêm duas páginas com medições de túnel aerodinâmico num modelo Dempster de 8', como foi realizado pelo Grupo de Energia Eólica em Eindhoven (sócio do CWD). Infelizmente não é possível dar-se uma referência porque o relatório de medições ainda não foi publicado.

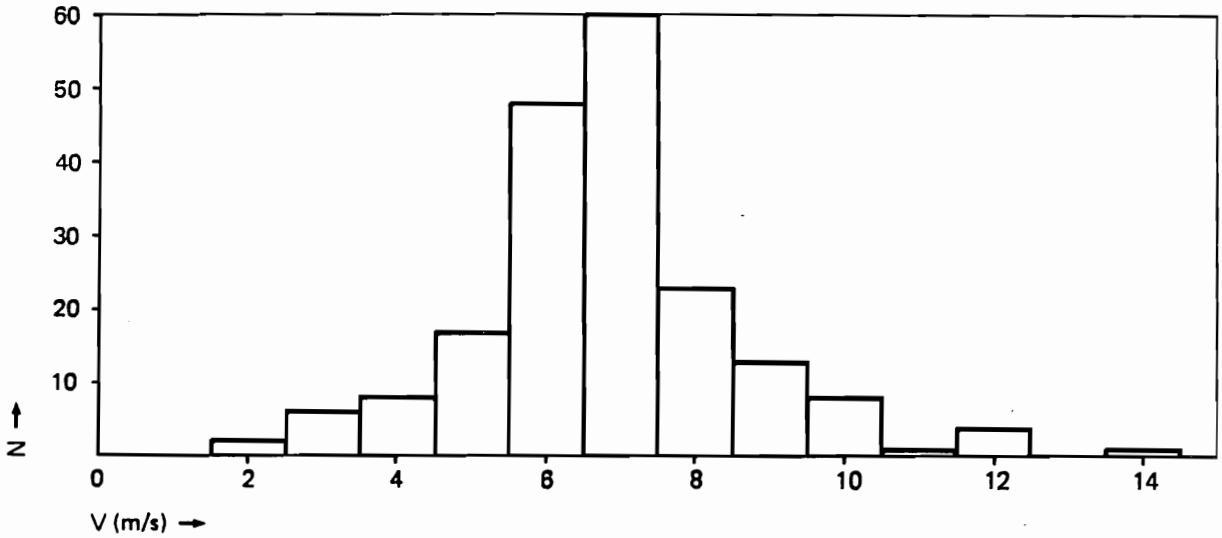


Figura 13.1 Frequências dos intervalos a mesma velocidade média do vento (chamada bin) contra velocidade do vento

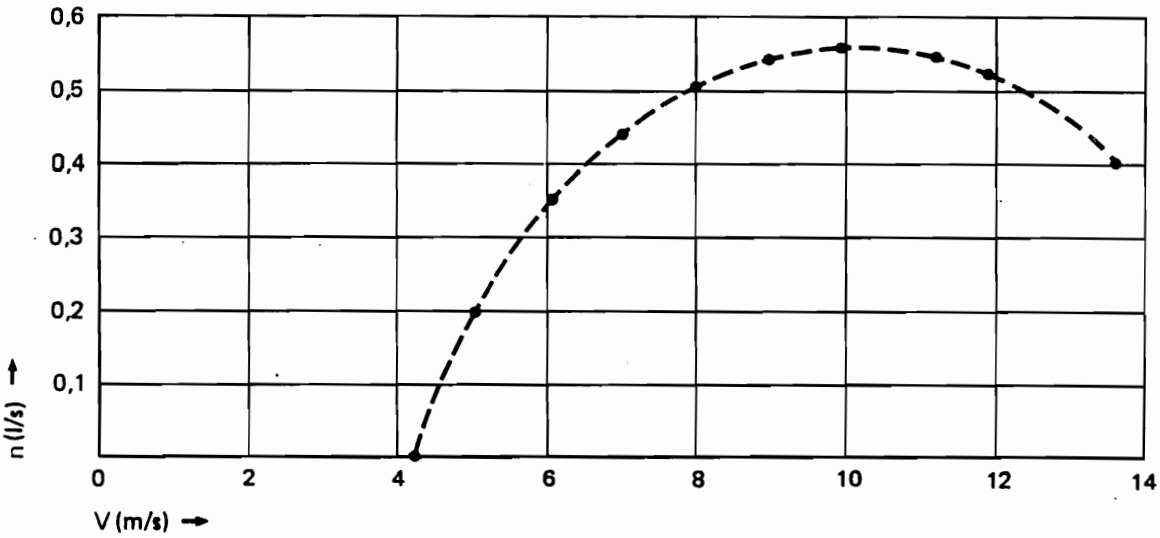


Figura 13.2 Rotações contra velocidade do vento

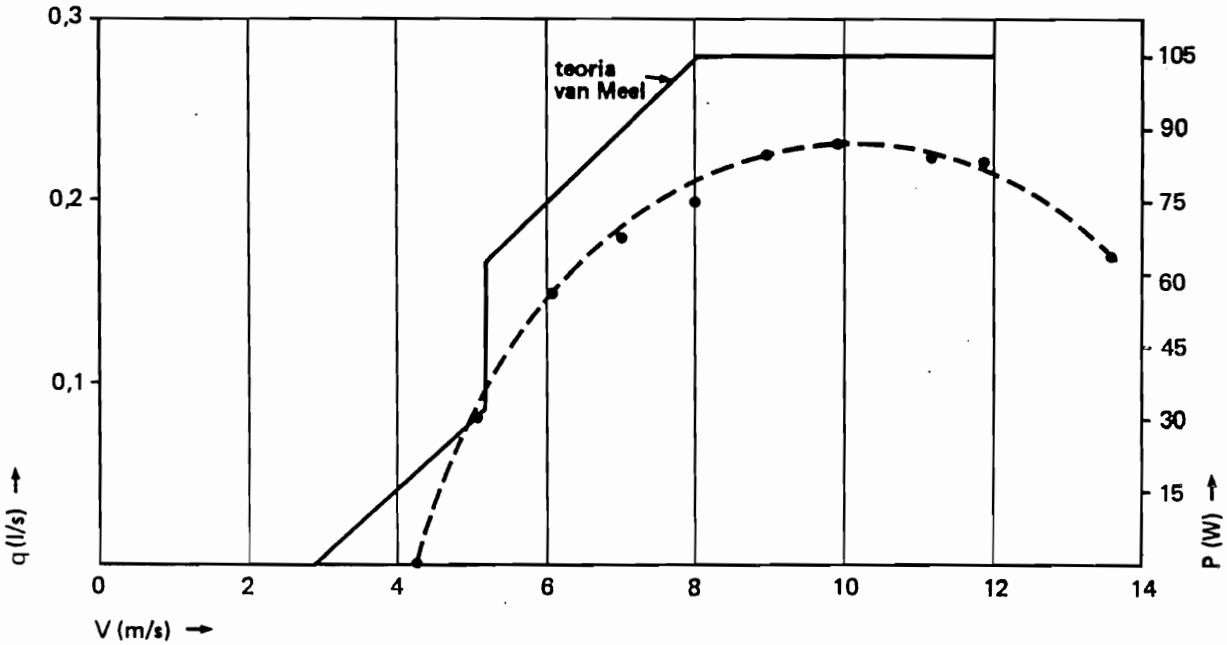


Figura 13.3 Caudal contra velocidade do vento

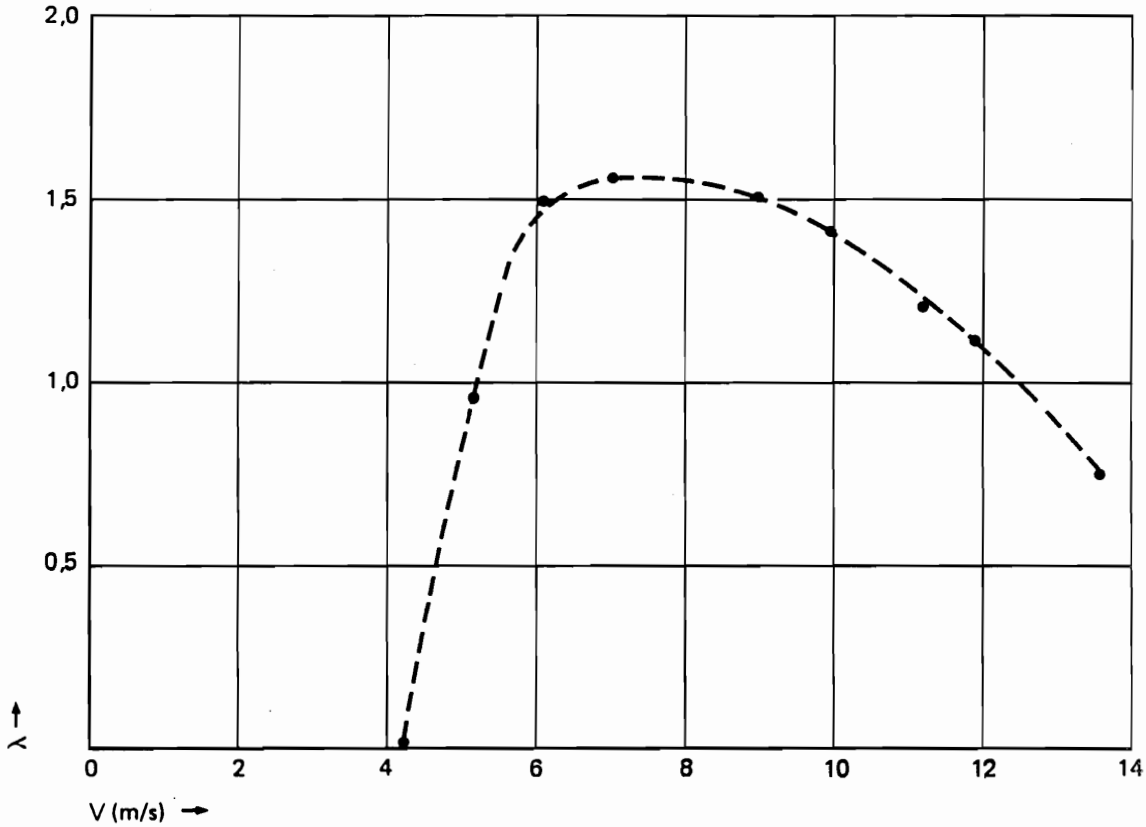


Figura 13.4 Taxa de velocidade projectada da ponta do rotor do moinho contra velocidade do vento

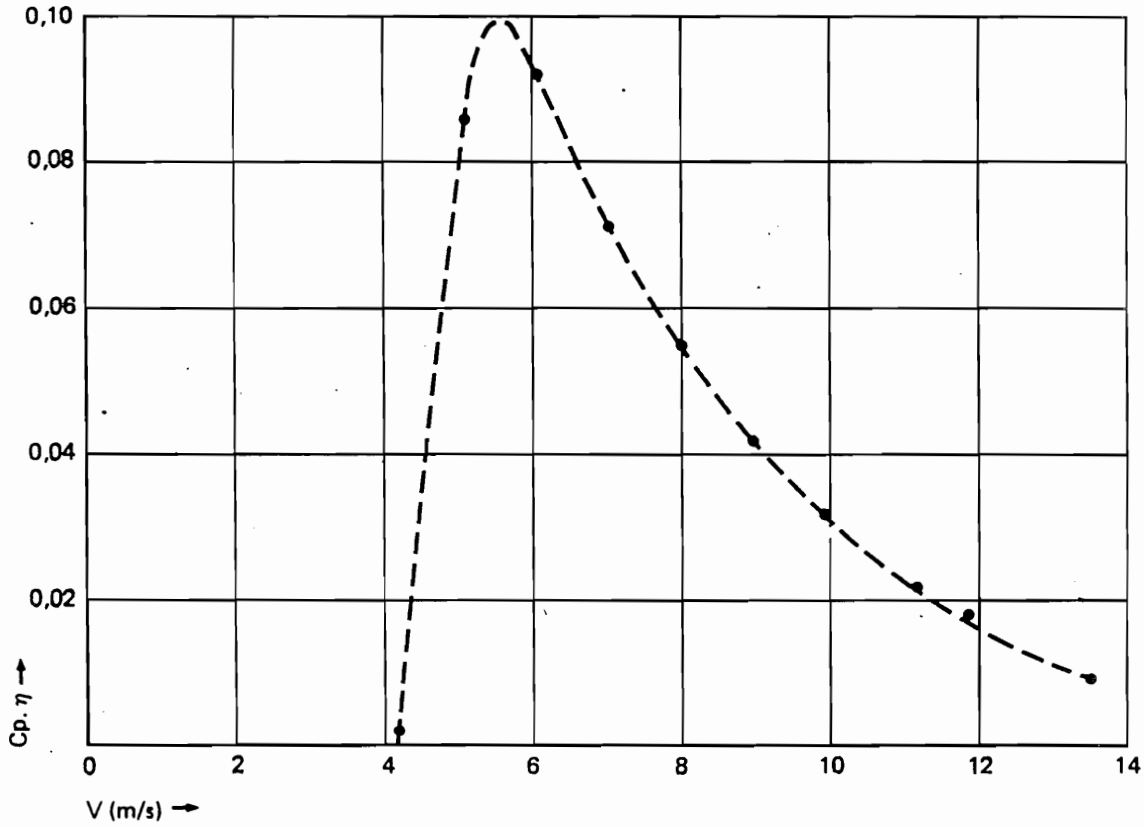


Figura 13.5 Rendimento total contra velocidade do vento

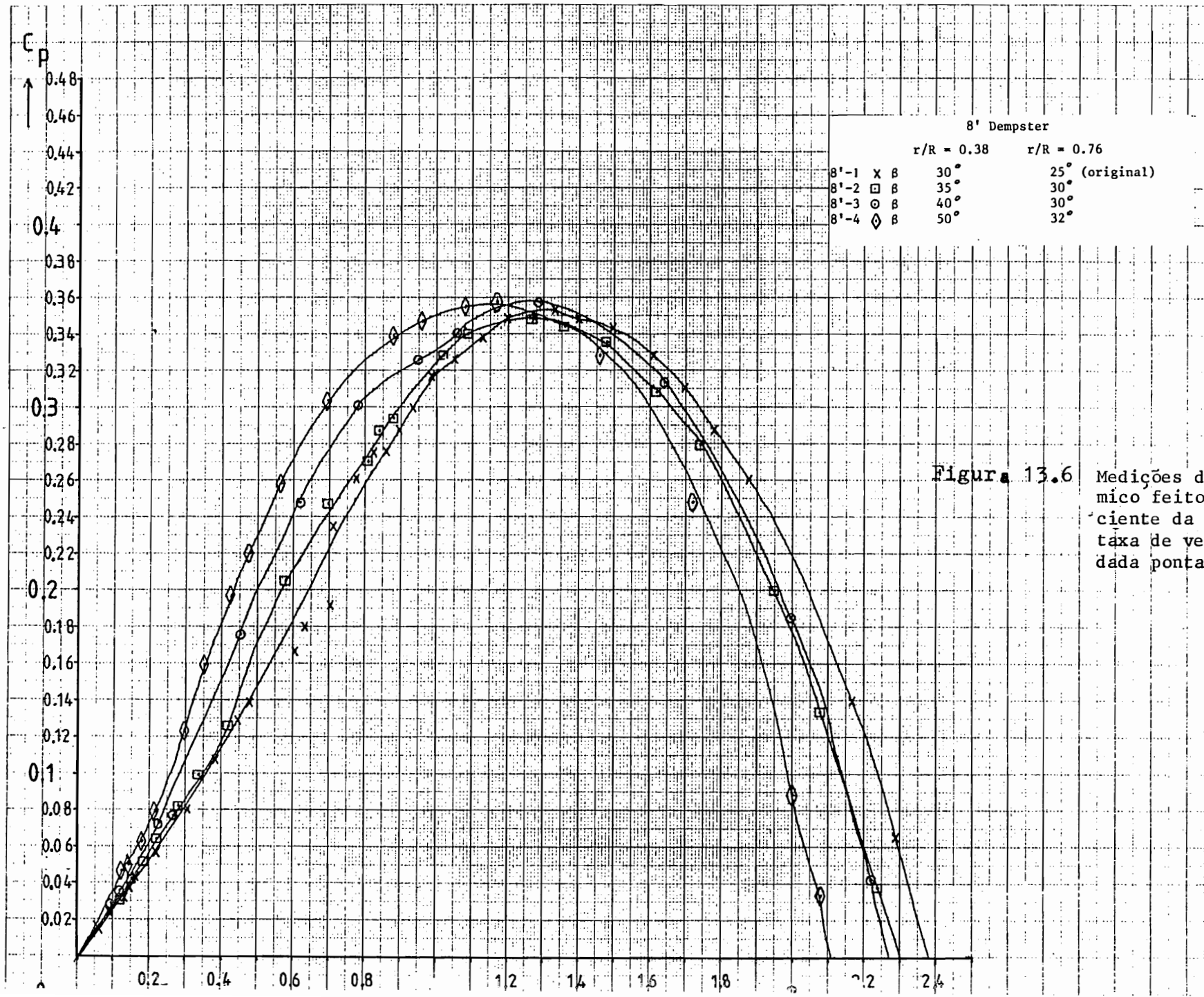


Figura 13.6 Medições do túnel aerodinâmico feito pelo CWD (coeficiente da potência contra taxa de velocidade projectada da ponta do rotor do moinho)

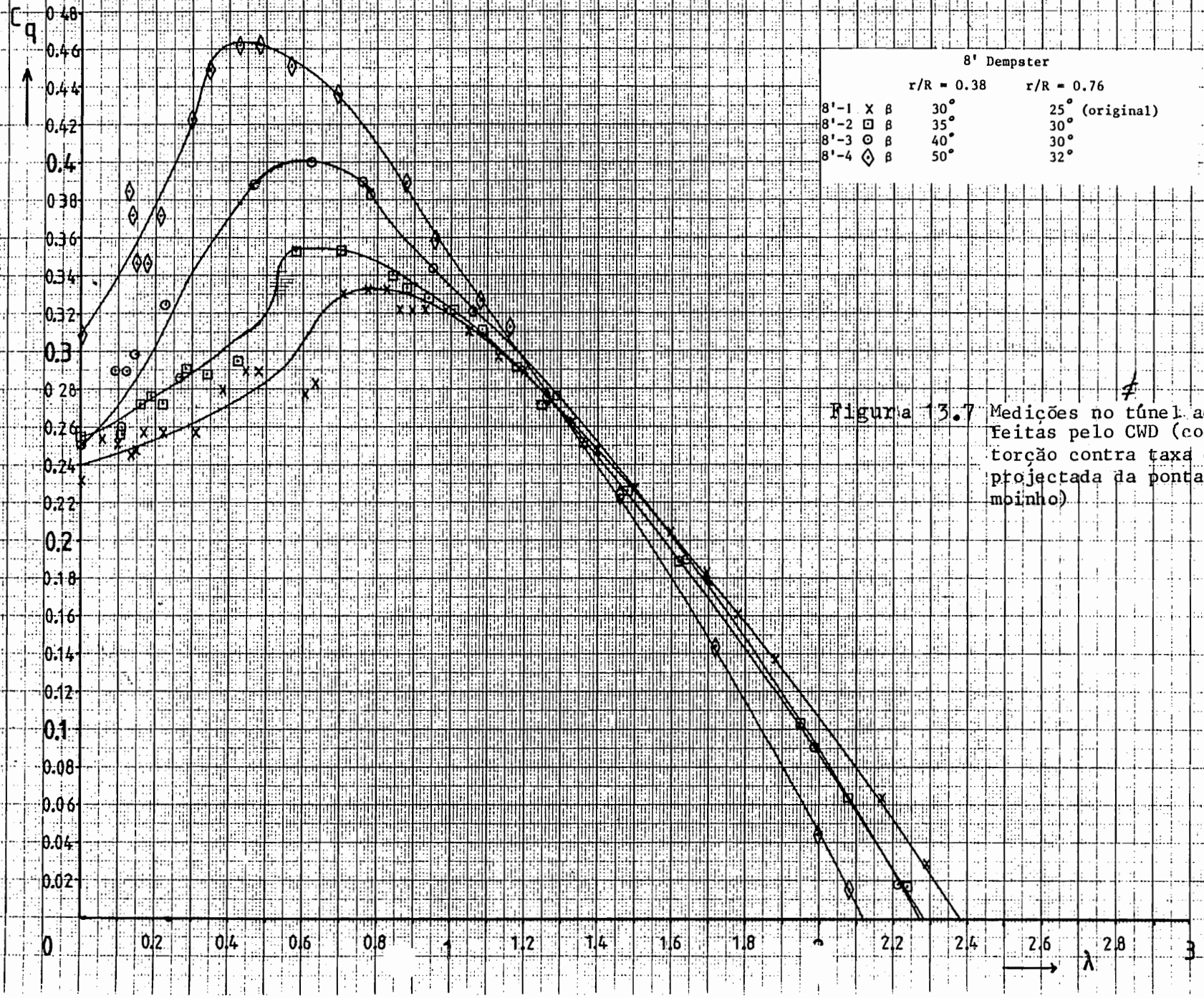


Figura 13.7 Medições no túnel aerodinâmico feitas pelo CWD (coeficiente de torção contra taxa de velocidade projectada da ponta do rotor do moinho)

As conclusões destas medições de 10 minutos no Dempster de 8' são:

- a comparação com a teoria de Van Meel (ref. 10, indicada na fig. 13.3) ensina que as quantidades de água são na prática 25% mais baixas, e que a velocidade de vento necessário para o arranque do moinho é consideràvelmente mais alta;
- A comparação com as medições do túnel aerodinâmico mostra que a taxa da velocidade projectada corresponde (taxa de velocidade projectada 1,2 com a velocidade do vento projectada de 5,5 m/s, figuras 13.4., 13.5., 13.6.); o coeficiente de torção inicial parece ser mais alto na realidade do que medido no túnel.
- É conveniente instalar uma bomba de diâmetro maior (velocidade do vento projectada mais alta) para ser mais adequada ao regime de vento da Achada e assim bombear mais água. (Para vencer os problemas iniciais, pode-se abrir um pequeno buraco de arranque no pistão, ver por exemplo, "Introdução à Energia Eólica", publicação do CWD, ref. 26). Contudo, de acordo com os cálculos de potência (ref. 11), a velocidade de vento projectada máxima permitida para um Dempster de 8' é de 5,8 m/s.
- Multiplicando a potência medida para a curva de velocidade do vento com a distribuição de frequência anual da Praia (para V_{anual}=6,3 m/s, a velocidade média anual), obtém-se uma potência anual de água de 4.100 m3, ou seja 11,25 m3/dia, ou uma potência média de 52 Watts. Isto corresponde a uma média total do factor de eficiência de 0,45 (potência líquida dividida pela velocidade média anual ao cubo vezes a área da ventoinha.
  O valor 11,25 m3/dia verifica-se muito melhor com as actuais medições a longo prazo (12.1 m3/dia, ver parágrafo 13.2).
- Num regime de vento de Ribeira com V_{anual}= 4 m/s, a produção é de 1654 m3/ano ou uma potência média líquida de 21 Watts. Isto corresponde a uma eficiência média total de 0,07. É evidente que agora a velocidade projectada do vento poderia ser diminuída para se obter melhores resultados; isto pode-se conseguir com a instalação de uma bomba de menor diâmetro.

13.2. Medições a longo prazo

Baseada nas experiências de campo, nos dados (adaptados) do fabricante e nas predições teóricas (ref. 10 e relatório VI), a DER elaborou dois gráficos de produção - versus - altura manométrica para o Dempster de 8',Dempster de 14', Southern Cross 17', Southern Cross de 25' e um protótipo (ideal) de 8 m; um para o regime de vento de uma Achada com V_{anual}= 6,5 m/s, outro para um regime de vento da Ribeira com V_{anual}=4 m/s.Ver figuras 13.8. e 13.9. Podem-se encontrar as justificações destes gráficos no relatório XXI.

O Quadro 13.1. apresenta as (poucas) medições a longo prazo (rendimento) de que a DER dispõe (dados tirados das fichas de manutenção mensal).

Quadro 13.1. - Medições de potência a longo prazo

Local	Moinho	Período	Altura da bombagem	m3/dia medida	m3/dia fig.13.8/9
S.Filipe	Dempster 8' A	6-81/2-83 1)	40	12.1	14
S.Filipe	Dempster 8' A	2-83/5-84 2)	40	15.4	14
Portete	Dempster 8' R	12-83/5-84	35	4.1	5.5
Lem Duque	Dempster 8' R	1-84/5-84	26	6.6	7
S.Filipe	Dempster 14' A	1-84/5-84	50	30	36
S.Filipe	S.Cross 25' A	8-83/3-84	50	25 3)	105 4)

1) com volume de golpe = 0,44 l
2) com volume de golpe = 0,64 l
3) o moinho não está em funcionamento contínuo
4) o tamanho da bomba foi escolhido conforme a altura de bombagem de 75 m.

Regista-se diàriamente a produção dos dois últimos moinhos no quadro 13.1 (Dempster de 14' e Southern Cross de 25' na Achada de Sao Filipe) e também as velocidades de vento.
A figura 13.10 apresenta os resultados. Os caudais mensais foram corrigidos para o tempo sem producao.

BEST AVAILABLE COPY

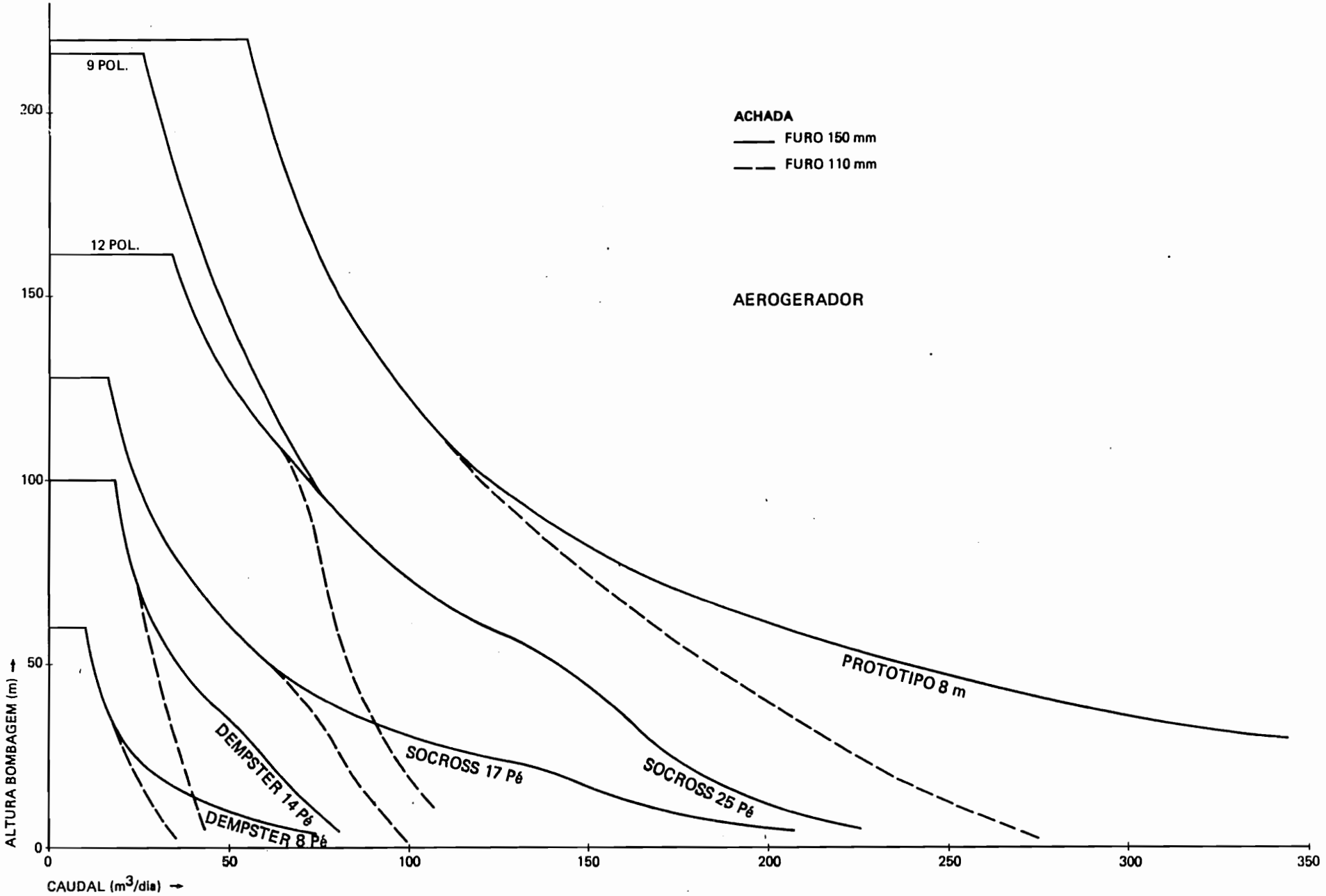
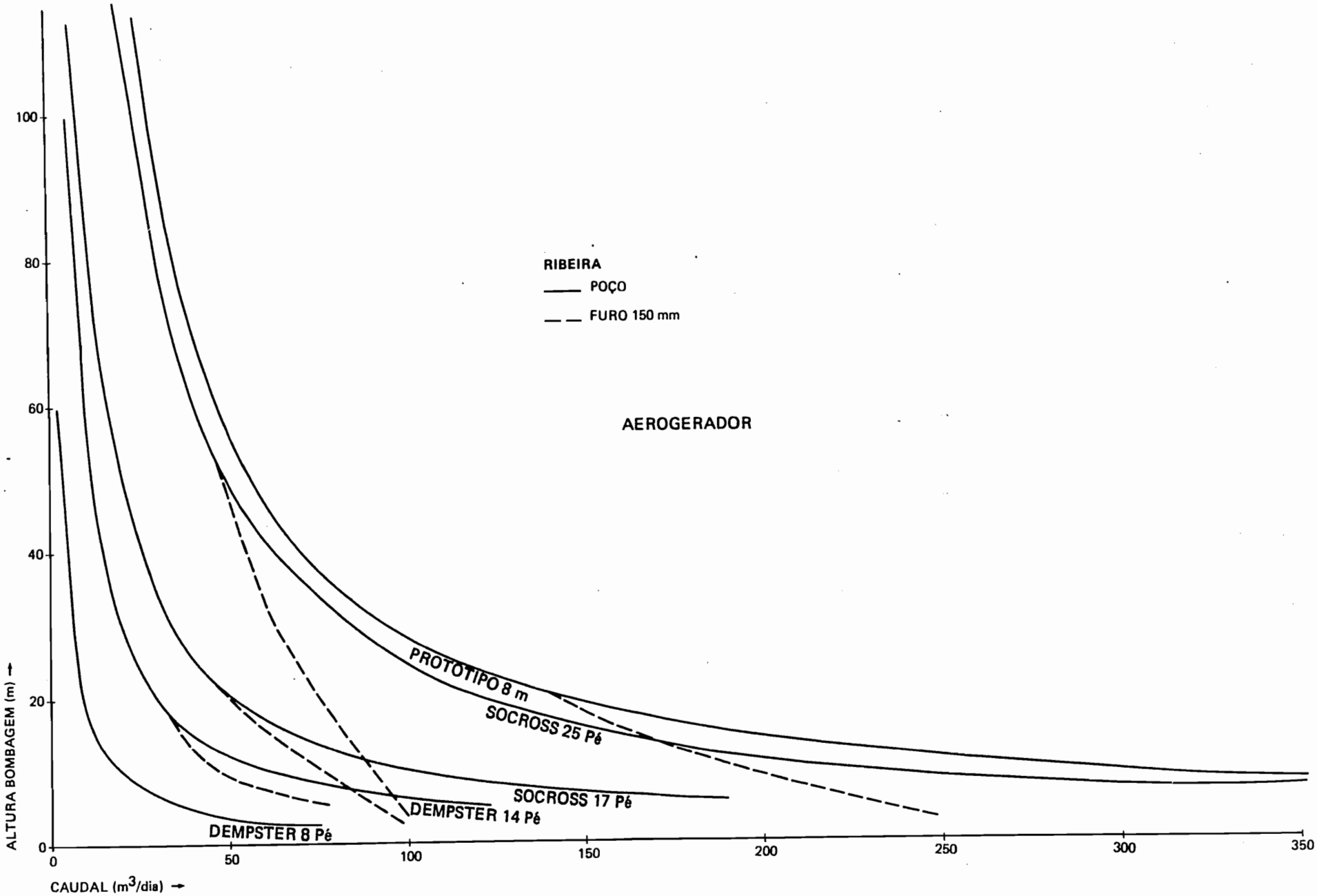


Figura 13.8 Predição da produção para o regime do vento das Achadas



Figur 13.9 Predições de produção para o regime do vento das Ribeiras

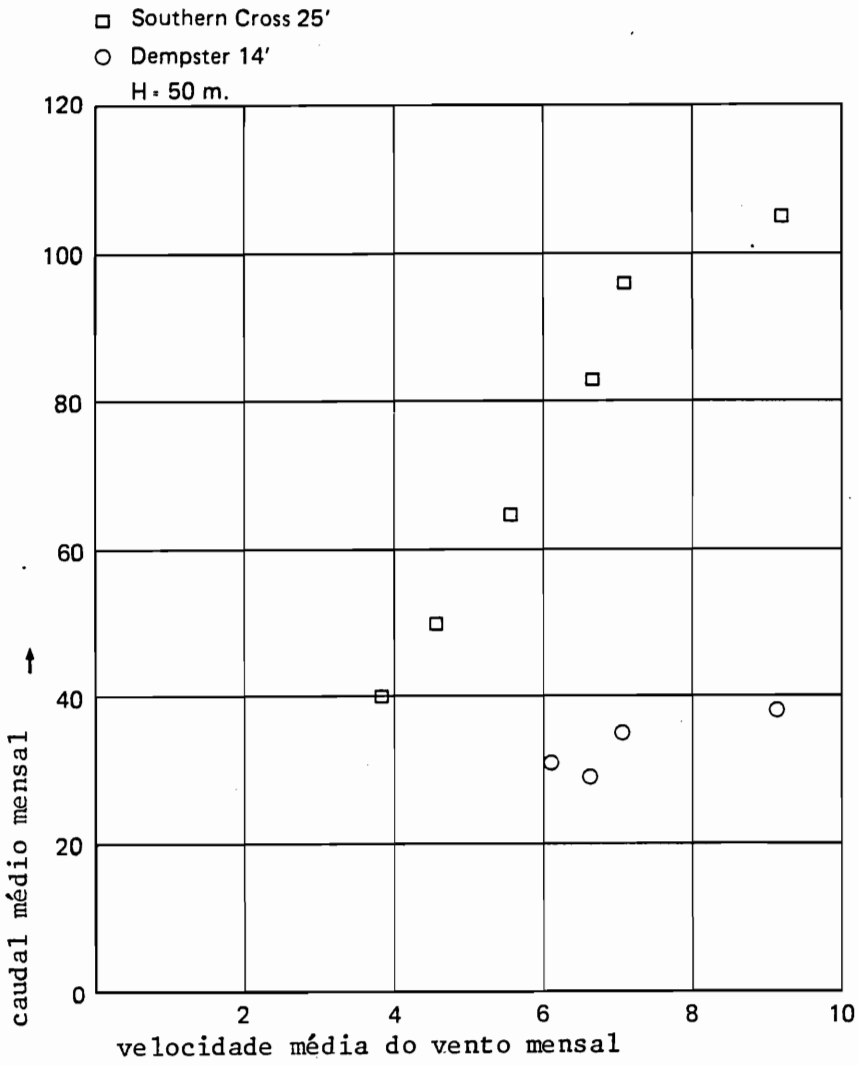


Figura 13.10 Caudal e velocidade média do vento mensal para um Southern Cross 25' e um Dempster 14' na Achada de São Filipe

13.3. Medições no Aerowatt

A figura 13.11. apresenta o rendimento teórico (valores instantâneos) do sistema de bombagem Aerowatt na Achada Baleia. O gráfico foi elaborado com os dados da ventoinha, do gerador, do controlo e da bomba.

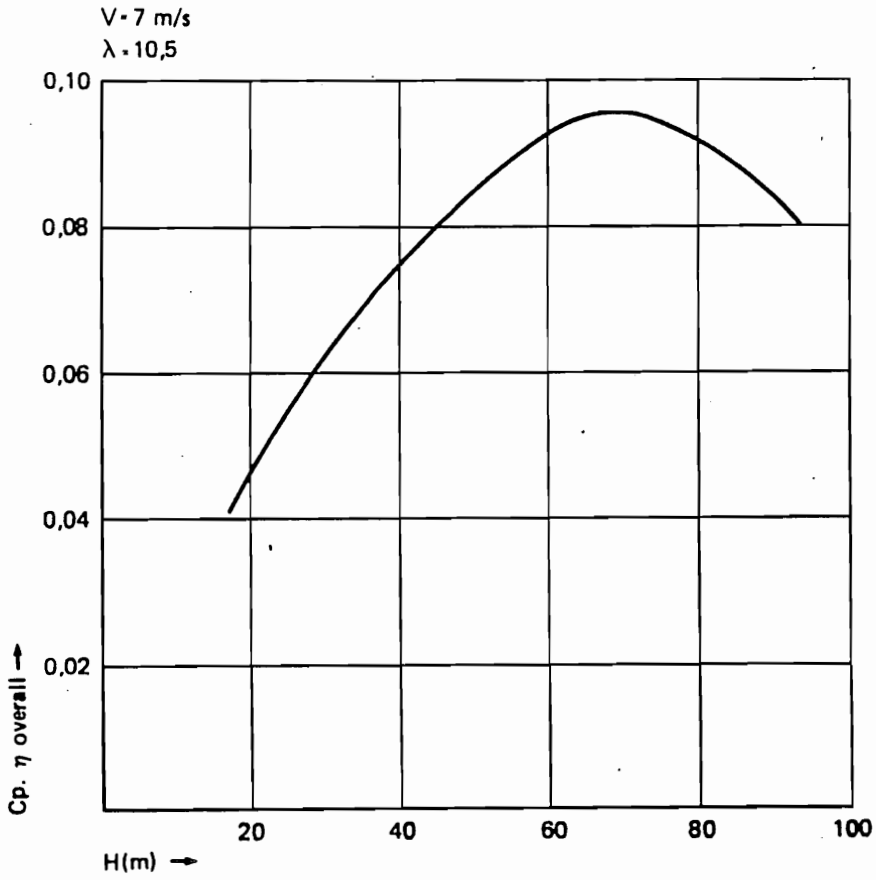


Figura 13.11. - Eficiência "instantânea" do sistema de bombagem Aerowatt na Achada Baleia (teòricamente)

As eficiências de rendimento medidas a longo prazo (periodico de medição Março a Junho de 1982) durante o tempo em que o sistema funcionou, nunca ultrapassaram 0,03.

3a. PARTE

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

14. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

14.1. Generalidades

A aplicação de aerobombas na República de Cabo Verde ultrapassou a sua fase inicial e experimental, e demonstrou ser um processo seguro de bombagem de água. Uma instalação cuidadosa e uma manutenção regular foram os factores chaves na realização deste trabalho, e assim continuarão a ser.
Actualmente, encontram-se em funcionamento 37 aerobombas e visam o abastecimento de água potável a 10.000 pessoas, as quais representam 5% da população rural.
O objectivo da DER a longo prazo é chegar a uma potência completa das aerobombas através da energia eólica: 300 aerobombas e 66 aerogeradores para bombagem de água. Dois terços de toda a instalação será em Santiago. 75% da potência total da água bombeada pode ser alcançada com a energia eólica; isto significa 47.700 m3/dia.
Os objectivos da proposta do projecto (1980) para a 2a. fase não puderam ser todos cumpridos pelas seguintes razões:

- falta de técnicos caboverdianos
- atraso na construção da oficina
- toda a espécie de problemas logísticos
- a proposta do projecto foi demasiado optimista.

Felizmente, tanto Cabo Verde como os Países Baixos adoptaram uma atitude flexível em relaçãoàs adaptações da política do projecto para a realidade. Todo o dinheiro do projecto foi gasto de uma maneira útil.

14.2. Comparação com a proposta do projecto

O quadro 14.1. mostra a comparação entre a proposta do projecto (ref. 2) e as realizações.

Quadro 14.1. - Comparação entre a proposta do projecto e as realizações

Nr.	Proposta	Realizações
1.	33 aerobombas importadas	-24 aerobombas importadas (das quais 9 estão a caminho)
	8 aerobombas compradas localmente	-5 compradas localmente
	Construídos 5 protótipos de 5m	- Construído 1 protótipo de 5 m
	Construídos 3 protótipos de 3m	- Não se contruiu nenhum protótipo de 3 m
	Ritmo de instalacao: 2/mês	- O ritmo de instalacão foi de 1/mês
2.	Financiamento da oficina	- Foi feito o financiamento, mas a oficina só começou a funcionar a partir de Novembro de 1983
3.	Assistência técnica:	- Foram estudados
	- verificação da possibilidade do local	Foram estudados 36 locais. Existe uma lista de prioridade de 28 locais para um futuro estudo. Foi revisada a potência da aerobomba através da energia eólica (relatório XXII). Foi apresentado um relatório sobre a metodologia de selecção de locais (relatório XXI).
	- verificação da produção local	- Foi construído um protótipo sob a supervisão do engenheiro da CWD; missao curta sobre a producão local
	- curso sobre o funcionamento e administração da oficina	- realizou-se o curso, mas apenas inteiramente eficiente a partir de Novembro de 1983
	- verificação da instalação das aerobombas	- Efectuaram-se 21 instalações de aerobombas; ao mesmo tempo realizou-se um curso de treinamento aos mecânicos no local de trabalho e foram elaborados manuais sobre a instalação do Dempster e do Southern Cross. Ministrou-se um cursode 3 meses para mecênicos das ilhas.
	- criação da biblioteca	- Foi criada a biblioteca com um catálogo contendo uma relação de todos os documentos existentes.
	- verificação das actividades de energia solar	- Estas actividades foram transferidas para o INIT.
	- consulta a vários ministérios	Feita apenas muito esporàdicamente.
	- verificação da coordenação entre os ministérios	- Não se fez.
4.	Administração e manutenção do projecto	- Foram feitas 6 visitas de coordenação e uma correspondência frequente.

Nr.	Proposta	Realizações
5.	Cursos de treinamento	Uma visita de estudo feita pelo Director da DER à Europa. Mais não pôde ser feito por falta de técnicos.
6.	Aquisição de 6 motorizadas, materiais e equipamentos diversos.	Os equipamentos e materiais foram encomendados conforme as necessidades.

Podem-se fazer as seguintes observações:

- ad 1) A produção local teve um início muito lento durante a 2a. fase devido a:
  - falta de engenheiros mecânicos nacionais
  - a oficina não estar concluída a tempo
  - outras actividades, como o curso sobre instalação e manutenção a mecânicos, levaram mais tempo do que o previsto.

  Não se pôde alcançar um bom ritmo de instalação porque:
  - a equipa de instalação teve de ser treinada
  - toda a espécie de problemas logísticos, como:
    - riscos de aquisição
    - trâmites alfandegários
    - transporte entre as ilhas
    - falta de equipamentos para instalação
    - algumas vezes problemas financeiros com a RCV (pagamento de ajudas de custo aos mecânicos).

  No final da 2a. fase, parte dos problemas foram resolvidos, outros são conhecidos e possíveis de serem controlados. Calcula-se que, durante a 3a. fase, se possa dedicar mais tempo à produção local e que o ritmo de instalação possa aumentar, contudo, é possível chegar ao fim da 3a. fase a um ritmo de instalação de 2 por mês.

- ad 2) A oficina está em funcionamento , por isso este objectivo foi atingido. A demora foi devida a barreiras burocráticas.

- ad 3) A DER não teve tempo de continuar com as actividades de energia solar e não-eólica. Em Novembro de 1982 decidiu-se transferir essas actividades para o INIT.
  As duas últimas actividades de verificação não foram realizadas porque agora dizem respeito ao INIT, que não existia ainda no momento em que se escreveu a proposta do projecto para a 2a. fase.

- ad 4 até 6) Não são necessárias observações.

Sendo os factos como são, é difícil dizer o que mais se poderia ter feito para melhorar o progresso do projecto.

A única sugestão importante que aqui se poderia dar é adoptar uma atitude flexível em relação aos objectivos do rpojecto e não hesitar em mudá-los.

14.3. Conclusões e sugestões por assunto

14.3.1. Aerobombas

Até agora deu-se particular ênfase à melhoria de qualidade do trabalho. Tentou-se chegar a uma estandardização quanto ao modo de instalar, método de trabalho e construção de peças e componentes, assim como à manutenção e reparação. Criou-se uma equipa de mecânicos.
Propõe-se organizar cursos de aperfeiçoamento para guardas de moinhos, pois grande parte da manutenção pode, provàvelmente ser feita pelo guarda e, nesse caso, o trabalho mensal da DER reduzir-se-ia à inspecção e medições. Pode-se reduzir o número de avarias através de uma inspecção regular dos componentes mais susceptíveis à deterioração e esses serão substituídos antes da sua eventual rotura.
O principal problema existente é o da corrosão. Actualmente estão sendo testados város tipos de pintura. Ficou provado que a película de tinta permanece mais tempo intacta quando a poeira é retirada regularmente. Recomenda-se fazer isso em todos os moinhos, de preferência feito pelo guarda.
Pode-se aumentar o máximo possível a velocidade projectada do vento dos Dempsters e dos Southern Crosses, instalando câmaras de pressão de ar mesmo na bomba (ref. 11), a fim de diminuir as forças de choque devidas à aceleração e bloqueio das válvulas.
A infra-estrutura técnica para as instalações (gruas, etc.) deveria ser completada, isto é, cada ilha com o seu próprio equipamento.

14.3.2. Aerogeradores

A primeira experiência com aerogeradores foi um fracasso. Já não se despendem mais esforços com os 3 Aerowatts.
Como a potência dos aerogeradores é considerável (cerca de 70 aerogeradores bombeando no total de 27.300 m3/dia) devia-se empregar os esforços noutras máquinas, de preferência do mesmo fabrico.
Está a ser instalado na Achada Baleia o primeiro aerogerador Lagerwey-Van de Loenhorst; esta máquina devia ser minuciosamente verificada durante 6 meses. Então seria tomada a decisão da compra de mais 4 aerogeradores previstos na 3a. fase.
Ainda não foi provada a viabilidade económica dos sistemas autónomos. A primeira experiência será efectuada durante a 3a. fase. Propõe-se fazer isto em Santiago, num local onde a finalidade seja bombagem de água. Tais locais são possìvelmente Santa Cruz, Jõao Varela e Tarrafal.

14.3.3. Oficina, aquisição e logística

Foi construída e equipada uma nova oficina durante a 2a. fase, e está agora em pleno funcionamento. O pessoal foi treinado de maneira que, em princípio, todos os trabalhos possíveis na oficina possam de facto ser executados.
É e serámuito importante uma cuidadosa administração do estoque de materiais e uma boa manutenção das máquinas. Como o projecto AID terminou, devia-se procurar uma maneira de se fazer uma aquisição regular de peças sobressalentes de máquinas de origem americana. Estão sob controlo os problemas relativos à aquisição e logísticos, mas continuarão existindo porque são

inerentes às condições de trabalho em Cabo Verde. Através do próprio planeamento e do controlo minucioso do estoque, podem-se reduzir as consequências deste género de problemas.
A logística dentro do país passará a ser uma das incumbências do supervisor de campo.
Uma vez que o projecto vai terminar, a DER devia tomar conta, gradualmente, de toda a aquisição ainda feita, de momento, pela CWD nos Países Baixos.

14.3.4. Produção local

Foi construído, instalado e verificado um protótipo de 5 m (o CWD 5000 HW ou EMIDERI-I). Concluiu-se que um outro modelo (o CWD 5000 LW) seria melhor para Cabo Verde que está sendo agora instalado.
Recomenda-se dar uma atenção prioritária (especialmente dos consultores) ao desenvolvimento da produção local durante a 3a. fase, pois esta será uma das soluções-chave da DER no futuro.

14.3.5. Anemometria

Até agora o equipamento utilizado pela DER tem funcionado satisfatòriamente. Ficou demonstrado que a divisão do ano em três períodos é útil para a comparação das estações de medição da DER com a estação de referência na Praia.
O programa de medições nas Ribeiras devia ser reforçado porque ainda não se conhece o suficiente acerca dos seus regimes de vento.
Devia-se recolher os dados do aeroporto do Sal a fim de se ter, uma segunda estação, como referência.

14.3.6. Medições de rendimento

Medições de rendimento de 10 minutos mostram que os moinhos de ventoinha do tipo americano mais adaptáveis aos regimes de vento baixo e médio do que aos altos; o rendimento total destes moinhos nao ultrapassa 0,075.
O resultado mais importante da 2a. fase é a predição de rendimento das aerobombas da DER para os regimes de vento das Achadas e das Ribeiras. Na 3a. fase estas predições deviam ser verificadas e, se necessário, adaptadas através de medições a longo prazo (mensalmente) em tantas aerobombas quanto possível.

14.3.7. Selecção de locais

O projecto desenvolveu uma metodologia de selecção de locais, descrita num relatório à parte. Este relatório fornece instruções ao supervisor de campo, um gráfico de operação do progresso da selecção, descreve a posição das aerobombas e apresenta gráficos e quadros para a escolha de equipamento.
A metodologia devia ser rigorosamente avaliada durante a 3a. fase e adaptada quando fosse necessário. Mais tarde deve-se especificar, principalmente, a situação das aerobombas.
Existe uma lista de possíveis instalações futuras (a curto prazo).
Deveria prestar-se bastante atenção ao estudo do tamanho dos reservatórios e se fosse possível reduzir o tamanho, a fim de se fazer considerável economia no custo dos sistemas de bombagem. Também se pode procurar métodos mais

baratos de construção de reservatórios (em colaboração com os Serviços de Melhoramentos Rurais).
Propõe-se tentar e melhorar a coordenação com outros departamentos do MDR tanto quanto estiver relacionado com o processo de selecção de locais. Isto pode-se fazer, sobretudo no que diz respeito aos projectos de bombagem.
Análises da situação das aerobombas mostraram que não há necessidade de se fazer funcionar os moinhos a velocidades de vento mais altas do que 5 m/s. Isto deveria ser incorporado no desenho de futuros protótipos para produção local em Cabo Verde.

14.3.8. Pessoal e organização

A DER tinha pouco pessoal durante a maior parte da 2a. fase; a transferência de tecnologia superior e médio só pôde começar muito recentemente. As vagas existentes são para um engenheiro electrotécnico e um desenhador.
O projecto alcançou grande progresso com o curso de aperfeiçoamento aos mecânicos, no local de trabalho, sobre instalação e manutenção de aerobombas, assim como sobre o funcionamento da oficina. Contudo, ainda há necessidade de mais cursos de aperfeiçoamento; estão previstos os seguintes cursos para o primeiro ano da 3a. fase:

- curso de inglês para todos os técnicos
- investigar a possibilidade de um curso sobre produção de aerobombas na CWD para engenheiro mecânico
- foram preparados cursos de 1 ano em Lisboa para 3 mecânicos e 1 electricista
- está a ser preparado um curso de duas semanas em Lisboa sobre pintura de metais. Se o curso atingir os objectivos da DER, todos os pintores irão frequentá-lo
- a DER solicitou um curso de 6 meses na CWD para supervisor de campo.

Evidentemente, o curso de treinamento no local de trabalho continuará da mesma maneira.
Recomenda-se organizar a DER de acordo com o organigrama (ainda na fase de elaboração) e fazer a avaliação após um ano.

14.3.9. Finalidade e sistema económico

Fez-se uma primeira análise preliminar da finalidade e sistema económico.
As aerobombas são aconselháveis sobretudo para o abastecimento de água potável nos locais onde são necessárias quantidades relativamente pequenas, e nas Ribeiras se a irrigação e o abastecimento de água podem ser combinados.
Propõe-se iniciar, durante o primeiro ano da 3a. fase, dois projectos pilotos sobre a irrigação: um numa Ribeira (local previsto: Ribeira dos Flamengos, equipado com um Southern Cross de 25'), outro numa Achada com água em excesso (local previsto: Achada de São Filipe, com um Dempster de 14').
Devia ser feita uma análise económica detalhada do custo do funcionamento e manutenção de aerobombas em comparação com bombas a motor, assim como do custo da água e lucros.

14.3.10. Potência de água bombeada pela energia eólica

O projecto revisou a potência de água bombeada por aerobombas, trabalho efectuado por Beurskens em 1980. Os resultados, por outro lado, correspondem com os de Beurskens (75% da potência total pode ser bombeada por energia eólica; o número de todas as instalações é, aproximadamente, 400), mas por outro lado são diferentes, ou seja deve-se usar os moinhos com diâmetro maior e mais aerogeradores.
Aconselha-se seguir de perto todos os estudos sobre recursos de água, sobretudo o estudo da BURGEAP em Santiago, com o fim de se poder adaptar o programa da DER logo que os novos dados se tornem disponíveis.
Recomenda-se fazer um inventário de todos os poços nos dois tipos de Ribeiras existentes: uma com muitos trabalhos de conservação de solo e água (por exemplo Ribeira Flamengos), outra com relativamente poucos (por exmplo Ribeira de São Francisco); isto para aperfeiçoar os cálculos de potência dos poços.

14.3.11. Apoio ao projecto

O apoio ao projecto por parte dos Países Baixos mostrou-se indispensável; importantes passos podem ser dados no melhoramento das relações entre ambas as partes, tanto na rapidez como na clareza das comunicações. Os mais importantes pontos de assistência na 3a. fase serão:

- produção local
- estudo do tamanho do reservatório
- problema de corrosão
- irrigação por aerobombas
- aerogeradores.

14.3.12. Relatórios

Os relatórios durante a 2a. fase, tanto sobre o progresso como sobre assuntos técnicos, foram adequados. Isto facilitou a tranferência de tecnologia, o controlo de qualidade de trabalho e o apoio ao projecto. Recomenda-se por isso continuar com o mesmo tipo de relatórios durante a 3a. fase.

REFERENCIAS

Nota: Os relatórios escritos por funcionários da DER foram mencionados nas páginas 63, 64 e 65.

1. "Project Paper Cape Verde Renewable Energy"
Project AID 625-0937.03
USAID, Praia, April 1980

2. "Wind energy for water pumping on Cape Verde"
H.J.M. Beurskens, CWD, February 1981
(CWD 81-1 English version; CWD 81-3 Portuguese version)

3. "Water by Wind" Evaluation report
Joaquim Delgado, MDR
António Gomes, MDR
Allan H. Miller, USAID
Kees Kempenaar, DGIS, SAWA, January 1984.

4. "Proposal for extension of the bilateral project between Cape Verde and the Netherlands 'Renewable Energies' "Third Phase July '84-July '87, DER/CWD, September 1983.

5. "Progress report of project 'Non conventional energy demonstration project' PNUD CVI/76/X05"
Joop van Meel, DER, April 1981.

6. "Autonomous wind diesel systems in rural areas in the Republic of Cape Verde".
J.A.N. de Bonte, CWD/THE
M. Dieleman, DHV
At the request of CWD and DER, March 1984.

7. "Manufacture of CWD water pumping windmills at Cape Verde Islands"
Adriaan Kragten, CWD/THE, January 1984.

8. "Comparison between CWD 5000 HW and CWD 5000 LW with respect to application on Cape Verdean Islands"
Adriaan Kragten, CWD/THE, January 1984.

9. "Calibration of anemometer for DER, Cape Verde. General remarks on accuracy of MAXIMUM anemometers"
Joop van Meel, CWD/THE-Technical Note, October 1983.

10. "Calculation of the theoretical output of 8' and 14' Dempster windmills"
Joop van Meel, DER, October 1981 (also in Portuguese)

11. "Increasing the design wind speeds of Dempster windmills"
Rein Schermerhorn, CWD/THE, November 1983.

12. "Solar Energy - Cape Verde"
C.F. Kooi, Renewable Energy Project (625-0937.03) USAID/Praia, August 1983

13. "Esquisse de schema directeur de développement rural des îles du Cap-Vert"
SCETAGRI, 1981.

14. "Erude pour l'organisation du service de l'eau"
BURGEAP, 1981

15. "Etude générale du massif du pico da Antónia 1982-1983"
BURGEAP, 1983.

16. "Groundwater availability and its use in irrigated agriculture on Santo Antão, Cabo Verde"
A. Bosscher, ITC, the Netherlands, November 1982.

17. "Travel report RCV"
G.A. van de Rhoer, CWD/DHV, June 1981

18. "Travel report RCV", G.A. van de Rhoer, CWD/DHV, February 1982

19. "Travel report RCV"
G.A. van de Rhoer, CWD/DHV, February 1982.

20. "Travel report RCV"
H. Schoenmaker, CWD/THT, November 1982

21. "Report of visit to Cape Verde"
Joop van Meel, CWD/THE, September 1983

22. "Management and coordination visit RCV"
J.L. Costa, CWD/DHV, February 1984

23. "Internal evaluation report"
G.A. van de Rhoer, CWD/DHV, December 1982

24. "The volume of storage tanks on water supply systems with windmill driven pumps on Cape Verde"
H.J. van Dijk, CWD/ILRI, June 1984

25. "Tentative economic comparison of the CWD L-L wind electric pumping system"
W.E. van Lierop, CWD, December 1983.

26. "Introduction to Wind Energy", Publication CWD 82-1
E.H. Lysen, CWD, August 1982

27. "Preliminary field measurements of CWD 5000 HW from October 6 until October 19, 1983"
J. van Meel, Technical Note, CWD, November 1983

28. "Contract documents for a Wind Electric Pumping System", DHV/CWD, February 1984

NP/MBi/C-3356/84